

Diseño de una metodología para la inspección en operativas de carga/descarga de graneles líquidos, bunkering y peso por calados

Trabajo Final de Máster



Facultat de Nàutica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Trabajo realizado por:
Luis Hernández Espínola

Dirigido por:
Santiago Ordás Jiménez

Máster Universitario en Ingeniería Naval y Oceánica

Barcelona, 10 de julio de 2020

Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat de Nàutica de Barcelona



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat de Nàutica de Barcelona





UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat de Nàutica de Barcelona





UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat de Nàutica de Barcelona



Agradecimientos

Agradecer al tutor de este trabajo, el profesor Santiago Ordás, por toda la ayuda recibida a lo largo de mis años en la Facultat de Nàutica.

A mis padres, por todo el apoyo y cariño y por brindarme la oportunidad de estudiar aquello que me apasiona.

A Sandra, por ser un puntal en mi vida.

A Gorka Rafanell, Piloto de la Marina Mercante, por echarme un cabo y por la mentoría “surveyil”.

A Antonio Rubio, por haber permanecido siempre abarloados durante todos estos años.

A todos vosotros, muchas gracias.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat de Nàutica de Barcelona



Resumen

El objetivo de este trabajo es diseñar una metodología sobre los procedimientos de inspección de cada una de las siguientes operativas que se realizan en los puertos:

- **Carga/descarga de graneles líquidos:**
Analizar todas las tareas que se deben realizar para una correcta inspección tanto en buque como en la terminal en tierra.
- **Bunkering:**
Analizar todas las tareas que el inspector debe realizar en una operativa de repostaje de combustible tanto en el buque como en la gabarra suministradora.
- **Inspección de carga/descarga mediante peso por calados o “Draft Survey” de graneles sólidos:**
Analizar el proceso para la determinación de la cantidad de producto cargado/descargado a través de los calados del buque.

Una vez realizado el análisis de todos los procesos se realizará el diseño de la metodología de inspección.

Este trabajo se basará principalmente en el trabajo de campo y la experiencia laboral de inspectores en el Puerto de Barcelona, con el debido apoyo de manuales homologados y normativas oficiales.

El trabajo de campo permitirá conocer la implicación de todas las partes en el proceso (inspector, terminal, gabarras, laboratorios, consignatarios, compradores y vendedores) y todas las tareas que se deben realizar como inspector de una forma conjunta, mientras que los manuales y normas permitirán conocer de forma detallada cada uno de los procesos a realizar.

Abstract

The scope of this project is to design a methodology about the procedures for surveying each one of these port operations:

- **Loading/Unloading of liquid bulk cargoes:**
Analyse all the tasks a surveyor must carry out in order to perform an adequate survey both on board of the vessel and at the shore terminal.
- **Bunkering:**
Analyse all the tasks a surveyor must carry out in a ship-to-ship refuelling both on the vessel and on the supplying barge.
- **Loading/Unloading solid bulk cargoes by means of a Draft Survey:**
Analyse the procedure to determine the loaded/unloaded quantity of cargo by means of the drafts of the vessel.

Once all the processes have been analysed, a survey methodology will be designed.

This project will be basically based on field work and professional experience from surveyors of the Port of Barcelona, dully supported by official rules and manuals.

The field work will allow to know the roles of each of the parts involved in the process (surveyor, shore terminal, barges, laboratories, ships agents and dealers) and all the tasks that a surveyor must carry out altogether, while the rules and manuals will allow to understand in an accurate way each one of the procedures.

Listado de Figuras

Fig. 1 Tráfico de graneles líquidos y sólidos en puertos españoles	15
Fig. 2 Tráfico de mercancías del Puerto de Barcelona 2017 - 2018	15
Fig. 3 Plano de terminales Puerto de Barcelona	16
Fig. 4 Buque tanque petrolero	18
Fig. 5 Buque tanque gasero	18
Fig. 6 Buque granelero	18
Fig. 7 Gabarra tipo petrolero "GREENOIL"	19
Fig. 8 Gabarra tipo gasero "CORAL METHANE"	19
Fig. 9 Buque portacontenedores "MSC SIXIN"	20
Fig. 10 Buque Ro-Ro	20
Fig. 11 Buque de pasaje "HARMONY OF THE SEAS"	21
Fig. 12 Terminal DECAL Barcelona	22
Fig. 13 Alturas de sonda de un tanque	24
Fig. 14 Sonda manual o plomada	24
Fig. 15 Sondas digitales o UTI	25
Fig. 16 Inspector vaciando un tomamuestras de nivel	27
Fig. 17 Jaulas tomamuestras	28
Fig. 18 Tomamuestras de sistema cerrado	29
Fig. 19 Topo	37
Fig. 20 Sección de tubería con topo	37
Fig. 21 Operativa de bunkering	47
Fig. 22 Accesos a la gabarra. Cesta izquierda y escala de prácticos derecha	49
Fig. 23 Funcionamiento del contador volumétrico-PDM	51
Fig. 24 Funcionamiento del contador másico de Coriolis	52
Fig. 25 Contador másico de Coriolis	52
Fig. 26 Toma de muestras por goteo continuo con cubitainer	53
Fig. 27 Distribución de pesos en un buque granelero	57
Fig. 28 Marcas de calado de un buque	59
Fig. 29 Marcas de calado en sistema métrico	59
Fig. 30 Desplazamiento del LCF	62

Listado de Tablas

Tabla 1 Requerimiento de muestreo puntual.....	26
Tabla 2 Tabla ASTM 54B (Fragmento)	34
Tabla 3 Guía para limpieza de tanques.....	43

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. TRANSPORTE MARÍTIMO E INSTALACIONES PORTUARIAS	15
1.2. TIPOS DE BUQUE.....	17
1.2.1. BUQUE-TANQUE	17
1.2.2. BUQUE GRANELERO	18
1.2.3. BUQUE GABARRA O BARCAZA	19
1.2.4. BUQUE PORTACONTENEDORES	20
1.2.5. BUQUE RO-RO.....	20
1.2.6. BUQUE DE PASAJE.....	21
1.3. PARTES IMPLICADAS	21
1.3.1. INSPECTOR	21
1.3.2. LABORATORIO.....	22
1.3.3. COMPRADOR/VENDEDOR (DEALER)	22
1.3.4. TERMINAL PORTUARIA.....	22
1.3.5. GABARRA.....	23
1.3.6. AGENTE MARÍTIMO / CONSIGNATARIO DE BUQUES	23
2. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS	24
2.1. DETERMINACIÓN DE CANTIDADES	24
2.2. TOMA DE MUESTRAS	25
2.2.1. SISTEMA ABIERTO	25
2.2.1.1. Muestras de nivel.....	26
2.2.1.2. Muestras de fondo.....	27
2.2.1.3. Muestras corridas	27
2.2.2. SISTEMA CERRADO.....	29
2.2.2.1. Tomamuestras con grifo	29
2.2.2.2. Tomamuestras de pistón	29
2.2.3. DE LA LÍNEA.....	29
2.3. DOCUMENTOS	30
2.3.1. CONOCIMIENTO DE EMBARQUE (BILL OF LADING - BL).....	30
2.3.2. PLAN DE CARGA (STOWAGE PLAN)	30
2.3.3. FACTOR DE EXPERIENCIA DEL BUQUE (VESSEL EXPERIENCE FACTOR – VEF).....	30
2.3.4. CARTA DE PROTESTA (LETTER OF PROTEST – LOP).....	31
2.3.5. FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO (MATERIAL SAFETY DATA SHEET – MSDS) .	31
3. DESCARGA DE GRANELES LÍQUIDOS	32
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPERATIVA.....	32

3.2.	PROCEDIMIENTO INICIAL.....	32
3.2.1.	EN TIERRA	32
3.2.2.	EN BUQUE.....	32
3.2.2.1.	Key Meeting	32
3.2.2.2.	Documentación.....	33
3.2.2.3.	Determinación de la cantidad abordo	33
3.2.2.4.	Toma de muestras	35
3.3.	PROCEDIMIENTO DURANTE LA OPERATIVA	35
3.3.1.	DESPLAZAMIENTO DE LÍNEA	35
3.3.2.	CONTROL DE PRESIONES	36
3.4.	PROCEDIMIENTO FINAL	36
3.4.1.	EN TIERRA	36
3.4.1.1.	Inspección de tanques	36
3.4.1.2.	Cálculos	36
3.4.1.3.	Topear las líneas	37
3.4.1.4.	Documentación.....	38
3.4.2.	EN BUQUE.....	38
3.4.2.1.	Inspección de tanques	38
3.4.2.2.	Vaciado de líneas	39
3.4.2.3.	Documentación.....	39
4.	CARGA DE GRANELES LÍQUIDOS	41
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LA OPERATIVA.....	41
4.2.	PROCEDIMIENTO INICIAL.....	41
4.2.1.	EN TIERRA	41
4.2.1.1.	Determinación de cantidades	41
4.2.1.2.	Toma de muestras	41
4.2.2.	EN BUQUE.....	41
4.2.2.1.	Key meeting	41
4.2.2.2.	Inspección de tanques	42
4.2.2.3.	Toma de muestras	44
4.2.2.4.	Documentación.....	44
4.3.	PROCEDIMIENTO DURANTE LA OPERATIVA	44
4.3.1.	EN BUQUE.....	44
4.3.1.1.	Control de cantidades de Primeros Pies	44
4.3.1.2.	Toma de muestras de Primeros Pies.....	44
4.3.1.3.	Control de presiones.....	45
4.3.1.	EN TIERRA	45
4.3.1.1.	Control de cantidades de Primeros Pies	45
4.3.1.2.	Control de Presiones.....	45
4.4.	PROCEDIMIENTO FINAL	45
4.4.1.	EN BUQUE.....	45

4.4.1.1.	Determinación de cantidades	45
4.4.1.2.	Toma de muestras	46
4.4.2.	ANÁLISIS	46
4.4.3.	EN TIERRA	46
4.4.3.1.	Determinación de cantidades	46
4.4.3.2.	Documentación	46
5.	BUNKERING	47
5.1.	DESCRIPCIÓN DE LA OPERATIVA	47
5.2.	PROCEDIMIENTO INICIAL.....	47
5.2.1.	EN BUQUE.....	47
5.2.1.1.	Definición de la operativa	47
5.2.1.2.	Determinación de cantidades	48
5.2.1.3.	Cuaderno de Máquinas.....	48
5.2.2.	EN GABARRA	49
5.2.2.1.	Acceso a la gabarra	49
5.2.2.2.	Definición de la operativa	49
5.2.2.3.	Determinación de cantidades	50
5.3.	PROCEDIMIENTO DURANTE LA OPERATIVA	50
5.3.1.	CONTROL DE PRESIONES	50
5.3.2.	CONTROL DE CAUDAL	50
5.3.3.	CONTROL DE CANTIDAD	50
5.3.3.1.	Contador Volumétrico	50
5.3.3.2.	Contador Másico.....	51
5.3.4.	TOMA DE MUESTRAS.....	53
5.4.	PROCEDIMIENTO FINAL	54
5.4.1.	EN BUQUE.....	54
5.4.1.1.	Determinación de cantidades	54
5.4.1.2.	Documentación.....	54
5.4.2.	EN GABARRA	54
5.4.2.1.	Determinación de cantidades	54
5.4.2.2.	Documentación.....	55
6.	CARGA/DESCARGA DE GRANELES SÓLIDOS MEDIANTE PESO POR CALADOS	56
6.1.	INTRODUCCIÓN A LOS GRANELES SÓLIDOS	56
6.2.	DESCRIPCIÓN DE LA OPERATIVA	56
6.3.	PROCEDIMIENTO GENERAL DE LA INSPECCIÓN	57
6.3.1.	SUBIDA A BORDO, PRESENTACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE LA INSPECCIÓN.....	58
6.3.2.	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN DE INTERÉS.....	58
6.3.3.	COMPROBACIÓN DE LOS TANQUES DE LASTRE.....	58
6.3.4.	COMPROBACIÓN DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE, LUBRICANTES, AGUA DULCE Y OTROS...	58

6.3.5.	LECTURA DE CALADOS	58
6.4.	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS	60
6.4.1.	ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	60
6.4.2.	DISTANCIA DE LAS MARCAS A LA PERPENDICULAR	60
6.4.3.	CALADO MEDIO	60
6.4.4.	CALADO MEDIO EN EL MEDIO	60
6.4.5.	CALADO MEDIO DE MEDIOS EN EL MEDIO	61
6.4.6.	TRIMADO O ASIENTO	61
6.4.7.	TABLAS HIDROSTÁTICAS	61
6.4.8.	DESPLAZAMIENTO	61
6.4.9.	DESPLAZAMIENTO NETO	61
6.4.10.	CENTRO LONGITUDINAL DE FLOTACION - LCF	62
6.4.11.	MOMENTO POR CENTIMETRO - MTC.....	62
6.4.12.	TONELADAS POR CENTIMETRO - TPC	62
6.4.13.	DENSIDAD DEL AGUA.....	62
6.4.14.	CONSTANTE K.....	62
6.5.	CÁLCULO DE PESOS POR CALADOS	63
6.5.1.	DETERMINACIÓN DEL CALADO MEDIO DE MEDIOS EN EL MEDIO	64
6.5.2.	DETERMINACIÓN DE LOS VALORES HIDROSTÁTICOS.....	64
6.5.3.	DETERMINACIÓN DE LA PRIMERA CORRECCIÓN POR TRIMADO	64
6.5.4.	DETERMINACIÓN DE LA SEGUNDA CORRECCIÓN POR TRIMADO	64
6.5.5.	DETERMINACIÓN DE LA CORRECCIÓN POR DENSIDAD	65
6.5.6.	DEDUCCIONES DE PESOS	65
6.5.7.	CÁLCULO DE LA CONSTANTE K.	65
6.5.8.	CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO NETO.....	66
6.5.9.	CÁLCULO DE LA CARGA.....	66
7.	BIBLIOGRAFÍA	67
8.	ANEXO I – DOCUMENTOS	68
8.1.	BILL OF LADING	68
8.2.	ULLAGE REPORT	69
8.3.	BUNKER DELIVERY NOTICE.....	70
8.4.	FLOW METER TICKET	71
8.5.	LETTER OF PROTEST	72
8.6.	VESSEL EXPERIENCE FACTOR.....	73
8.7.	STOWAGE PLAN	74
8.8.	MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS).....	75

1. Introducción

1.1. Transporte marítimo e instalaciones portuarias

El transporte de hidrocarburos, productos químicos y productos a granel representan un importante volumen del tráfico marítimo en muchos puertos del mundo.

A nivel nacional, los puertos más representativos respecto al tráfico de graneles líquidos son los puertos del sur; Bahía de Algeciras, Cartagena, Huelva, seguidos de Bilbao, Tarragona y Barcelona. En cambio, los puertos que ocupan los primeros puestos en graneles sólidos son los puertos del norte; Gijón y Ferrol, seguidos de Tarragona, Castellón, Huelva y Cartagena.

Para realizar el análisis de la metodología sobre la inspección de este tipo de productos, se escoge como referente el Puerto de Barcelona, por la facilidad de obtención de datos y análisis de la inspección, además de ser uno de los puertos europeos más importantes.

TRÁFICO DE GRANELES LÍQUIDOS

PUERTO	2018	2017	2008	2000	%18/17	%18/08	%18/00
Bahía de Algeciras	31,85	28,77	20,51	18,20	+11%	+55%	+75%
Cartagena	25,67	27,18	20,11	13,75	-6%	+28%	+87%
Huelva	25,18	24,90	13,65	11,67	+1%	+85%	+116%
Bilbao	20,49	19,78	23,06	14,76	+4%	-11%	+39%
Tarragona	19,84	22,04	19,02	17,19	-10%	+4%	+15%
Barcelona	15,33	14,48	12,11	8,97	+6%	+27%	+71%

TRÁFICO DE GRANELES SÓLIDOS

PUERTO	2018	2017	2008	2000	%18/17	%18/08	%18/00
Gijón	17,18	19,22	16,87	17,42	-11%	+2%	-1%
Ferrol - San Cibrao	10,76	10,46	9,78	7,05	+3%	+10%	+53%
Tarragona	9,99	9,51	12,42	9,24	+5%	-20%	+8%
Castellón	7,43	6,46	4,02	1,56	+15%	+85%	+375%
Huelva	6,77	6,49	6,53	5,21	+4%	+4%	+30%
Cartagena	6,57	5,82	4,63	3,00	+13%	+42%	+119%

Fig. 1 Tráfico de graneles líquidos y sólidos en puertos españoles

En la figura 2 podemos observar que los graneles líquidos representan alrededor de un 23% del tráfico marítimo del Puerto de Barcelona, con datos consolidados del año 2018. Estos datos se han visto ratificados e incluso aumentados a lo largo del 2019 ascendiendo a 16,1 millones de toneladas, datos pendientes de publicación anual, siendo su mejor registro histórico.

Envase y navegación	Acumulado mensual 2017			Acumulado mensual 2018			Variación total %
	Cabotaje	Exterior	Total	Cabotaje	Exterior	Total	
Hidrocarburos	1.207.560	10.598.408	11.805.968	1.300.074	11.210.777	12.510.851	6,0%
Entradas	1.168.262	7.808.216	8.976.478	1.291.100	8.760.703	10.051.803	12,0%
Salidas	39.297	2.790.192	2.829.489	8.974	2.450.073	2.459.048	-13,1%
Otros líquidos a granel	235.129	2.499.318	2.734.447	240.067	2.547.431	2.787.498	1,9%
Entradas	151.169	1.769.170	1.920.339	178.538	1.992.002	2.170.540	13,0%
Salidas	83.960	730.148	814.108	61.529	555.429	616.958	-24,2%
Sólidos a granel	170.826	4.294.811	4.465.637	156.134	4.100.891	4.257.025	-4,7%
Entradas	124.577	2.152.968	2.277.545	113.828	2.144.035	2.257.863	-0,9%
Salidas	46.249	2.141.843	2.188.092	42.306	1.956.856	1.999.162	-8,6%
Carga gral. contenerizada	1.507.209	28.453.858	29.961.067	1.506.011	33.284.069	34.790.080	16,1%
Entradas	419.708	12.966.974	13.386.682	414.462	15.410.295	15.824.757	18,2%
Salidas	1.087.501	15.486.884	16.574.386	1.091.549	17.873.774	18.965.323	14,4%
Carga gral. NO contenerizada	5.446.827	5.763.466	11.210.293	5.560.629	5.989.042	11.549.671	3,0%
Entradas	1.889.689	2.602.043	4.491.732	1.911.712	2.747.728	4.659.440	3,7%
Salidas	3.557.137	3.161.423	6.718.561	3.648.917	3.241.314	6.890.231	2,6%
Total carga general	6.954.035	34.217.325	41.171.360	7.066.640	39.273.111	46.339.751	12,6%
Entradas	2.309.397	15.569.017	17.878.414	2.326.174	18.158.023	20.484.197	14,6%
Salidas	4.644.639	18.648.308	23.292.946	4.740.465	21.115.088	25.855.554	11,0%
Tráfico total (toneladas)	8.567.550	51.609.862	60.177.412	8.762.915	57.132.211	65.895.125	9,5%
Entradas	3.753.405	27.290.371	31.043.776	3.900.641	31.054.764	34.955.405	12,6%

Fig. 2 Tráfico de mercancías del Puerto de Barcelona 2017 - 2018

La reciente inversión realizada en el Puerto de Barcelona en el Muelle Álvarez de la Campa, abriendo una nueva terminal, ICL Iberia, plenamente operativa en junio de 2020, con conexión férrea que conecta los buques de carga sólida, principalmente de potasa y productos salinos, con los trenes hasta la cuenca minera del Bages, hacen que este tipo de productos tengan una salida eficiente y sostenible a una creciente producción.

Está previsto que se transporten el doble de toneladas de las que se transportaban actualmente, hecho que afectará muy positivamente a un incremento de la actividad de graneles sólidos en el puerto de Barcelona, que como se ha comprobado anteriormente, no se situaba entre los primeros puertos españoles, concretamente, se encontraba en el décimo puesto a nivel nacional, en 2018, y además, los resultados para 2019 han sumado un total de 4,1 millones de toneladas, inferior al año anterior.

Consecuentemente, estos volúmenes de tráfico de mercancías crean una necesidad de infraestructuras, personal y recursos considerables. El Puerto de Barcelona consta actualmente de 16 terminales, incluyendo la nueva terminal de ICL Ibérica, dedicadas a la carga y descarga de dichos productos, las cuales son operadas por grandes compañías nacionales e internacionales.



Fig. 3 Plano de terminales Puerto de Barcelona

Debido a la peligrosidad de muchos de los productos, a las posibles consecuencias medioambientales, a su valor económico y a la importancia de dichos productos en la sociedad, sobre todo en los productos relacionados con los hidrocarburos y químicos, todas las operaciones se deben realizar de una forma segura y cumpliendo unos estándares elevados de calidad.

En un proceso de movimiento de graneles líquidos y sólidos, ya sea cargas o descargas de buques o trasiegos entre tanques de tierra, participan un gran número de profesionales:

- Compradores o vendedores del producto (Dealers)
- Agentes marítimos o consignatario de buques
- Personal de terminal en tierra
- Tripulación de los buques
- Analistas de laboratorio
- Inspectores independientes (Surveyors)

El trabajo se centrará en la supervisión de todas las acciones que se desencadenan desde que el buque llega a puerto hasta la finalización de toda la operativa. Todos los profesionales descritos anteriormente tienen una función concreta en las operaciones, pero el inspector es el encargado de supervisar todas ellas. Este es contratado por terminales, compradores y vendedores para evitar cualquier incidente que pueda provocarse en el momento de la realización de la carga y descarga de los productos.

El inspector debe garantizar que las instalaciones y el buque están en buen estado, debe asegurar que las cantidades cargadas o descargadas sean fieles a la realidad y debe tomar las muestras exigidas por los clientes para que el laboratorio pueda analizar la calidad del producto.

1.2. Tipos de buque

En el siguiente apartado, se detallarán los diferentes tipos de buques que se pueden encontrar en las operativas que se analizarán. Es importante que el inspector esté familiarizado con el diseño, características y componentes de los buques y sea conocedor de los productos que se transportan en ellos, para una correcta realización de cálculos e inspecciones, entre otras actividades dentro del alcance de sus funciones.

1.2.1. Buque-tanque

El buque-tanque está construido con una estructura reforzada, generalmente con doble casco, con la principal característica de que los tanques de carga son estancos, tanto al producto como a los gases producidos por ellos.

Estos buques transportan líquidos y se clasifican según el tipo de carga que lleven; buques petroleros (Oil tankers), que transportan crudo e hidrocarburos, buques gaseros, diseñados para el transporte de gas natural licuado (GNL) y gas licuado del petróleo (GLP), buques “quimiqueros” (Chemical tankers) que transportan productos químicos como el ácido sulfúrico, ácido fosfórico, sosa caustica, EDC, etc. y otros buques tanque (General Tankers) de productos que, habitualmente, son para consumo humano, como aceites de girasol, de oliva, melaza, etc.

Pueden tener diferencias entre tipos de bombas y otros elementos mecánicos según el tipo de producto que transporten, ya que los líquidos mencionados tienen una densidad, calidad, viscosidad y temperatura distinta entre ellos que requieren diferentes mecanismos para poder ser bombeados.



Fig. 4 Buque tanque petrolero



Fig. 5 Buque tanque gasero

1.2.2. Buque granelero

Los buques graneleros (Bulk Carriers) están destinados al transporte de cargas secas a granel. Su principal característica es una única cubierta corrida con varias escotillas cuyas tapas son correderas a uno o a ambos lados.

Los productos más habituales transportados son cereales, minerales, chatarra o cargas mixtas (cargas secas y crudo). Las bodegas están reforzadas por los impactos que pueden recibir tanto de la carga si es pesada como de las grúas. Los buques que transportan cargas como el cemento también son graneleros, aunque sus operativas de carga son diferentes al ser buques más especializados.



Fig. 6 Buque granelero

1.2.3. Buque gabarra o barcaza

La gabarra o barcaza es un buque que, principalmente, navega en aguas cercanas a la costa o en aguas interiores, como puertos, aguas fluviales o canales. Se pueden reconocer fácilmente por su forma plana, característica que hace posible el transporte de todo tipo de elementos. Las gabarras pueden ser autopropulsadas o remolcadas. Generalmente, en los puertos, se encuentran de los dos tipos; las remolcadas son usadas sobre todo para obra marítima, transporte de materiales de obra o maquinaria muy pesada y las autopropulsadas para dar servicios a los buques, para descargas de residuos clasificadas según el convenio MARPOL (Anexos I, II y IV) como sentinas o basuras generales o para las operativas de repostaje. En este último caso, aunque son conocidas como gabarras, realmente son buques tanque, y pueden contener residuos líquidos o combustibles.

Para el análisis se tendrá en cuenta estas últimas, dedicadas al repostaje o bunkering a otros barcos. El combustible es subministrado por estas gasolineras flotantes, comúnmente llamadas gabarras, directamente al buque, a través del método ship-to-ship (traspaso de carga entre dos buques). Los productos que transportan son:

- Fuel, con diferentes grados de azufre; el que contiene un 0,1% de azufre se le conoce como “Ultra Low Sulphur Fuel Oil, ULSFO”, el que tiene un 0,5% de contenido de azufre se denomina “Very Low Sulphur Fuel Oil, VLSFO” y el que contiene hasta un máximo del 3,5% de azufre es llamado “High Sulphur Fuel Oil, HSFO”.
- Diésel marino, o también llamado “Marine Gasoil, MGO” o “DMA”. Es un tipo de gasoil utilizado como combustible para buques, usado, normalmente, para navegación en el interior de los puertos y durante su ataque.
- Gas Natural Licuado, GNL. Desde hace relativamente pocos años, se realizan cargas ship-to-ship de buques que utilizan GNL, gabarras de tipo buque tanque gasero. En 2019, el Puerto de Barcelona realizó el 60%, 18 operaciones, de todas las operaciones de bunkering de GNL realizadas en los puertos españoles, de un total de 30 operativas. La gabarra encargada en Barcelona fue el “Coral Methane”.



Fig. 7 Gabarra tipo petrolero "GREENOIL"



Fig. 8 Gabarra tipo gasero "CORAL METHANE"

Este tipo de operaciones se realizaron en el Puerto de Barcelona de forma regular a dos cruceros, “AIDAnova” y “Costa Esmeralda”. La principal diferencia con las otras gabarras de fuel y diésel es que, para realizar la operativa, es necesario que exista una plataforma entre el buque receptor y el emisor, para poder hacer la conexión de una forma segura. Por lo tanto, un tercer barco ha de remolcar una plataforma para abarloadla al crucero y poder empezar la operativa de bunkering.

1.2.4. Buque portacontenedores

Los buques portacontenedores realizan el transporte de contenedores estandarizados con todo tipo de mercancías.

Para este tipo de buques, el inspector es contratado para la operativa de repostaje. El armador solicita que haya una tercera parte realizando un control sobre el aprovisionamiento de combustible, para evitar que haya diferencias entre la cantidad cargada y la nominada, así como, verificar la calidad del producto.



Fig. 9 Buque portacontenedores "MSC SIXIN"

1.2.5. Buque Ro-Ro

Los buques Ro-Ro están destinados al transporte de vehículos, trenes y cargas rodadas. La principal característica de este tipo de buques es que la carga se embarca y desembarca por sus propios medios.

En este tipo de buque, como en el anterior apartado, también se realizará un análisis de la inspección de la operativa de repostaje o bunkering en los puertos, similar en todos los tipos de buques.



Fig. 10 Buque Ro-Ro

1.2.6. Buque de pasaje

EL buque de pasaje tiene como función principal el transporte de personas. Hay dos tipos de buques de pasaje, dependiendo de la distancia y el motivo del viaje; los que realizan trayectos cortos de un punto a otro se denominan transbordadores, o por su nombre más común, ferris, y pueden transportar a personas y vehículos, y los cruceros, que son buques que generalmente tienen una ruta asignada en diferentes puertos para realizar turismo en diferentes ciudades y solo llevan a pasajeros.

Para este tipo de buques, como en los apartados anteriores, se analizará la operativa de repostaje que realizan en puertos, con la intervención del inspector.



Fig. 11 Buque de pasaje "HARMONY OF THE SEAS"

1.3. Partes implicadas

En todo el proceso, desde que el buque está navegando hasta que llega a puerto, existen una serie de partes implicadas que interfieren directamente en la operación de carga o descarga de productos, ya sea a una terminal o a otro buque (bunkering). Hay que tener en cuenta, que, para todo el proceso, es importante tanto el producto como los tiempos por cada operativa, hecho que hace que se controle el barco desde que parte de un puerto con la carga hasta que se descarga en otro puerto y, así, sucesivamente.

1.3.1. Inspector

El Inspector de Carga (Marine Cargo Surveyor) es la figura clave en las operaciones de carga y descarga de productos líquidos y sólidos y de las operativas de repostaje. Su principal función es realizar una inspección manteniendo un control y seguimiento de los productos que se comercializan en estas operativas de manera segura, cumpliendo la normativa aplicable y con unos estándares de calidad muy elevados. El inspector ha de ser conocedor de todos los procedimientos de seguridad, incluyendo las características y propiedades de todas las sustancias, de la terminal y de los buques, los procedimientos de muestreo para todos los tipos de producto, su almacenamiento y tratamiento, así como de todos los procedimientos legales que este tipo de operaciones requieren, muchas veces por el alto valor que tienen.

Su principal objetivo es reducir riesgos en estas operaciones, para cualquier parte implicada (Comprador, vendedor, o terminal) y su autoridad permite detener cualquier procedimiento si no se está realizando bajo los criterios que marcan las normas aplicables.

Debe mantener una comunicación fluida con todas las partes con la finalidad de llegar a una conciliación entre el comprador y el vendedor actuando como un tercero neutral, sobre todo en operativas en las que existan discrepancias.

1.3.2. Laboratorio

El laboratorio es la parte encargada de los análisis de los productos y certifica, según criterios acordados y procesos estandarizados parámetros como la densidad, la viscosidad, el punto de inflamabilidad, el contenido de agua, el contenido de azufre, entre otras características, propiedades y/o componentes de la muestra. Una vez realizados estos análisis, se comprueba si cumplen con las exigencias acordadas o, en caso contrario, se encuentran fuera de especificaciones.

1.3.3. Comprador/Vendedor (Dealer)

El vendedor pone la mercancía a disposición del comprador, mediante acuerdos adoptados por ambas partes sobre el transporte, los costes de transacción y las responsabilidades. La figura del inspector aparece para certificar que, durante esta transacción, el producto llega correctamente en los términos fijados, tanto por el comprador como por el vendedor. El inspector puede ser contratado por una parte o por ambas. Cada parte puede contratar los servicios de una empresa de inspección o repartir los gastos.

1.3.4. Terminal portuaria

La terminal actúa como suministradora o receptora de líquidos o sólidos y es la intermediaria entre el transporte marítimo y otros medios de transporte. Sus instalaciones están diseñadas para almacenar los diferentes productos mediante diferentes tanques que pueden ser para su propio uso o para el uso de otras compañías, es decir, tanques alquilados como almacenes a otras empresas para que comercialicen sus productos mediante el transporte marítimo.



Fig. 12 Terminal DECAL Barcelona

La terminal también puede contratar a inspectores a la hora de cargar o descargar productos para confirmar que no ha habido ninguna contaminación en sus tanques de tierra y, así mismo, verificarle al cliente, en caso de cualquier disputa que pueda existir, de que su producto estaba en correctas condiciones.

1.3.5. Gabarra

Las gabarras de suministros son fletadas por compañías suministradoras de hidrocarburos que ofrecen sus productos a los armadores o a los fletadores de todos los buques del puerto, independientemente del tipo de buque que sea, ya que todos necesitan combustible para navegar. Todas las operativas de repostaje se realizan con estas gasolineras flotantes.

La tarea del inspector es controlar que la gabarra suministre el producto correcto, tanto en calidad como en cantidad y que se realicen en las condiciones correctas, tanto de seguridad como respecto a las normativas internacionales.

1.3.6. Agente marítimo / Consignatario de buques

El agente marítimo o consignatario de buques se encarga de realizar todas las actuaciones administrativas y comerciales en los puertos de origen o destino en nombre del buque, resolviendo todos los problemas que puedan surgir en estos procesos logísticos ante las autoridades de aduanas. Es el encargado de proveer de todos los servicios, ya sea suministros, como alimentos, reparaciones, estiba, coordinar diferentes servicios portuarios, como servicios de retirada de residuos, de bunkering, o relacionados con aduanas o la policía, en caso de tener que desembarcar tripulación o pasajeros.

En las cargas y descargas de producto, el consignatario es la persona que informa a la empresa inspectora de la nominación para realizar la operativa en el barco. En todo este proceso, el consignatario actualiza los tiempos de llegada del barco, el atraque solicitado, los productos que van a ser cargados y descargados con sus cantidades y, una vez finalizada la operativa, la preparación de la documentación para aduanas.

2. Definición de conceptos

A continuación, se describirán un conjunto de conceptos, herramientas y procedimientos que el inspector utiliza de manera habitual en el desarrollo de su profesión y que serán de utilidad para comprender todas las operaciones descritas a lo largo del trabajo.

2.1. Determinación de cantidades

Altura de referencia (H.Ref): Es la altura desde donde se encuentra la boca de sonda y a partir de la cual están calibrados los tanques.

Sonda (Innage): Es la altura de producto real, contando desde el fondo del tanque. También se le conoce como altura de llenado.

Vacío (Ullage): Es la distancia entre el punto de referencia y la sonda del producto, como su nombre indica, la altura del tanque que está vacía.

Densidad: $\delta = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$ Es importante remarcar que se debe diferenciar entre δ_{aire} y $\delta_{\text{vacío}}$. La relación entre esas dos densidades depende de un factor de corrección, especificado en la tabla ASTM 56, habitualmente se trabaja con un factor de corrección de 0,0011.

$$\delta_{\text{aire}} = \delta_{\text{vacío}} - \text{factor}$$

Cinta métrica de profundidad, sonda manual o plomada: Como se puede ver en la figura, la sonda manual consiste en una cinta métrica metálica con un peso en su extremo también reglado.



Fig. 14 Sonda manual o plomada

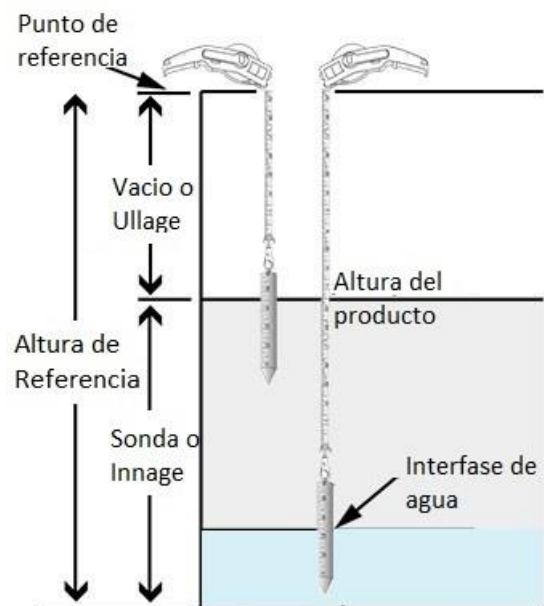


Fig. 13 Alturas de sonda de un tanque

Sonda digital (Ullage Temperature Interface o UTI): Es un aparato digital que permite determinar el vacío de un tanque ya que al entrar en contacto con el producto produce un pitido. Sumergida en el producto también muestra la temperatura, e incluso puede detectar donde se encuentra la interfase entre el producto y el agua que pueda haber en el tanque.



Fig. 15 Sondas digitales o UTI

Tablas de calibración de tanques: Son un conjunto de tablas, certificadas por alguna entidad homologada para hacerlo, que determinan a cuanto volumen corresponde una sonda o un vacío, teniendo en cuenta las dimensiones del tanque y la altura de la boca de sonda.

2.2. Toma de muestras

El proceso de toma de muestras de hidrocarburos y productos químicos está regulado por diversas normativas. Las principales son:

- Manual of Petroleum Measurements Standards (MPMS), capítulo 8.1 “Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products”, API
- Código ASTM (American Society for Testing and Materials)

2.2.1. Sistema abierto

Cada tipo de producto tiene unas características fluido-mecánicas propias y necesitan herramientas distintas. Podemos encontrar distintos tipos de crudo, algunos más viscosos y densos y otros más refinados para cumplir con ciertas normativas de contenido en azufre relativo a emisiones de gases de combustión, productos más refinados como gasolinas o querosenos, etc.

Las muestras de sistema abierto, como su nombre indica, son las obtenidas mediante la apertura de la boca de un tanque ya sea de tierra, de un buque o de una cisterna. Existen además distintos tipos de herramientas según la muestra que se quiera tomar, considerando que se pueden requerir muestras de niveles, de fondo y corridas.

En cualquier caso, es muy importante disponer siempre de los equipos de protección individual: ropa antiestática e ignífuga, botas de seguridad, guantes, detectores de gas, máscaras buconasales y filtros adecuados.

Se clasificarán los equipos tomamuestras según la muestra requerida. A continuación, se detallan los distintos tipos de muestra que se pueden obtener por sistema abierto y qué herramientas de toma de muestras se adecuan más a cada tipo.

2.2.1.1. Muestras de nivel

Son las muestras más habituales. Se pueden sacar tantos niveles como se le requieran al inspector, siendo los más habituales superior, medio e inferior. Según la altura del nivel del tanque se calcula previo a la toma de muestras a cuantos metros se tiene que colocar el tomamuestras para que se obtenga una muestra representativa del nivel solicitado.

Tabla 4—Requerimientos de Muestreo Puntual			
Capacidad del Tanque / Nivel de Líquido	Muestras Requeridas		
	Superior	Medio	Inferior
Capacidad del tanque menor o igual a 159 m ³ (1,000 bbls.)		X	
Capacidad del tanque mayor o igual a 159 m ³ (1,000 bbls.)			
Nivel ≤ 3 m (10 pies)		X	
3 m (10 pies) < Nivel ≤ 4.5 m (15 pies)	X		X
Nivel > 4.5 m (15 pies)	X	X	X
Nota: Cuando se requieren muestras puntuales en más de una ubicación del tanque, las muestras se obtendrán empezando por la muestra superior y continuando en orden hasta la muestra inferior.			

Tabla 1 Requerimiento de muestreo puntual

Hay dos tipos de tomamuestras de nivel:

- De un cabo / Bola y pletina

Consiste en un cilindro con una pletina en la parte superior y una válvula de bola en la parte inferior, ambas antirretorno. Se asegura el cabo en la parte superior del tomamuestras para su sustentación.

Su funcionamiento consiste en atravesar el producto mientras desciende en el tanque, de manera que la pletina y la bola dejan fluir el producto dentro del cilindro mientras baja. En el momento que se haya llegado a la altura deseada y cese el movimiento descendente del tomamuestras, la pletina y la válvula cerrarán el cilindro gracias a la presión de manera que se tendrá solamente producto de esta altura en el interior. Para recuperar el tomamuestras se debe tener un ritmo constante de ascensión, para asegurar que las válvulas antirretorno cumplan con su función y mantengan sellado el cilindro. En el caso de que hubiera un resbalón del cabo o por cualquier razón descendiera durante la recuperación, esta muestra ya no sería representativa, porque las válvulas se habrían abierto y habría entrado producto de otra altura en el cilindro.

Una vez recuperado el tomamuestras, se vierte en una botella el producto, mediante un embudo. Se coloca el tomamuestras encima del embudo y se presiona manualmente con un dedo la bola inferior para que salga el producto. Es importante que el embudo esté limpio y libre de impurezas. Una buena práctica es lavar el embudo con algún producto como el tolueno, que disuelve bien el crudo y no contiene azufre que pueda contaminar la muestra, ya que, al limpiarlo con otros hidrocarburos como gasolinas o gasóleos, pueden quedar trazas de azufre que falseen los resultados. Esto es de suma importancia cuando se trabaja con fueles de bajo contenido en azufre.

- De dos cabos / Pletina manual

Este tomamuestras es muy parecido al de un cabo, también consiste en un cilindro con una pletina superior que se encuentra encajada en el mismo, pero en la parte inferior dispone de un cierre enroscado que solo se puede quitar manualmente.

Es un tomamuestras orientado sobre todo a crudos muy viscosos, como el HCO (Heavy Crude Oil) que es de una textura parecida al barro, y es difícil que el tomamuestras de un cabo pueda admitirlo correctamente con la válvula de bola.

Para manejarlo se necesitan dos cabos, uno para la propia sustentación del tomamuestras y otro para asegurarlo a la pletina. El tomamuestras descenderá cerrado dejando ir el cabo de sustentación. Una vez alcanzada la altura deseada se tensa el cabo de la pletina, consiguiendo la apertura del cilindro y que se llene de producto. Al recuperarlo se mantendrá cerrado por la presión del producto en la parte superior de la pletina.

El procedimiento para embotellar la muestra es el mismo que para el de un cabo salvo que en vez de accionar la válvula de bola, se desenrosca la parte inferior del tomamuestras.



Fig. 16 Inspector vaciando un tomamuestras de nivel

2.2.1.2. Muestras de fondo

Este tipo de muestras no corresponde a ningún nivel, sino que se busca obtener el producto de fondo del tanque, normalmente cuando se busca analizar los lodos que suelen quedar precipitados. También se pueden requerir cuando el nivel del tanque es demasiado bajo para obtener muestras de tres niveles, en cuyo caso se podría sacar una muestra corrida y una de fondo.

Para obtener esta muestra se usa un tipo específico de tomamuestras, que consiste en un cilindro cerrado por una pletina con rosca en la parte superior, y una válvula con resorte en la parte inferior. Esta válvula está normalmente cerrada, por lo que al bajar el tomamuestras a través del producto el cilindro se mantendrá vacío. Una vez se llegue al fondo del tanque, el resorte tocará la chapa del fondo apoyándose sobre ella y esta presión sobre él hará que la válvula se abra y pueda entrar producto en el cilindro. Siendo los lodos particularmente espesos y con muchas impurezas, pueden requerirse varios contactos contra la chapa para que se pueda llenar bien el tomamuestras.

2.2.1.3. Muestras corridas

Se trata de muestras que serán representativas de todo el producto del tanque. Deben contener producto de todas las alturas del tanque. Para lograr este objetivo, el producto debe entrar en el tomamuestras de forma continua e ininterrumpida durante la extracción.

Estas muestras son incompatibles con los tomamuestras expuestos anteriormente, ya que estos están diseñados para obtener producto de una altura en concreto con precisión.

Para las muestras corridas, se usa una jaula con una botella dentro de ella, que será a la vez el contenedor para la toma de muestras y el recipiente para su almacenamiento. Esta jaula debe tener un peso suficiente para que el movimiento de la misma dentro del tanque sea fluido y se hunda con facilidad. Una jaula demasiado ligera podría quedarse flotando en la superficie del producto. Otro elemento importante de este sistema es el tapón de restricción, cuyo funcionamiento es dificultar la entrada del producto en la botella disminuyendo el diámetro del orificio de entrada, con el objetivo que se pueda obtener producto de todas las alturas del tanque, disminuyendo la velocidad de entrada.



Fig. 17 Jaulas tomamuestras

El procedimiento para sacar una muestra corrida consiste en, una vez colocada la botella en la jaula con su correspondiente tapón de restricción, dejar caer a un ritmo constante el tomamuestras en el producto y una vez alcanzado el fondo recogerlo al mismo ritmo sin detenerse. Al recuperar la muestra, podemos encontrarnos en tres situaciones distintas:

- La botella está demasiado vacía. En este caso habrá que repetir la toma de muestras a una velocidad algo inferior para asegurar que se obtiene un volumen de muestra suficiente, o usar un tapón de restricción de mayor diámetro.
- La botella está completamente llena. En este caso la muestra no es representativa, ya que no se puede saber en qué momento se ha llenado completamente la botella, por lo tanto, no está llenada por igual de todo el producto del tanque. Se tendrá que repetir la toma de muestras a una velocidad más alta o usar un tapón de restricción de menor diámetro.
- La botella tiene un volumen de muestra suficiente. En este caso se ha obtenido una muestra representativa del producto del tanque.

2.2.2. Sistema cerrado

La toma de muestras por sistema abierto es siempre la que ofrece mayor fiabilidad, pero hay ocasiones en que existen factores que impiden sacar muestras por este modo. Algunos de estos factores son: precipitaciones que pueden contaminar la muestra o el tanque, espacio de trabajo insuficiente, normativa de seguridad del buque/terminal, tanques inertizados, etc.

En estos casos, se pueden obtener muestras por sistema cerrado. En este sistema, en lugar de acceder al producto desde el tapón del tanque, se usa la boca de sonda situada en la cubierta encima del tanque, que está normalmente cerrada con una tapa de rosca y una válvula con manivela.

El tomamuestras de sistema cerrado consiste en un doble cilindro, cuyo cilindro interior está acoplado a una cinta enroscada en una manivela. Hay un visor que indica la altura a la que está el cilindro interior, donde se puede leer el valor de la cinta. El procedimiento consiste en acoplar el tomamuestras cerrado al conducto, abrir la válvula del tomamuestras, abrir la válvula del tanque y hacerlo descender y ascender mediante la manivela, emulando una muestra corrida de sistema abierto.



Fig. 18 Tomamuestras de sistema cerrado

A partir de esta configuración, hay varios tipos de tomamuestras explicados a continuación.

2.2.2.1. Tomamuestras con grifo

En estos tomamuestras una vez se recupera el cilindro interior, se cierra la válvula del tanque y del tomamuestras y mediante un grifo con otra válvula se obtiene el producto. Este tipo es más usado en productos de menor viscosidad, como gasolinas, gasóleos y biocombustibles. En el caso del crudo puede haber problemas y obturaciones debido a las características del mismo.

2.2.2.2. Tomamuestras de pistón

Los tomamuestras de pistón permiten extraer manualmente el cilindro interior una vez recuperado, desenroscando uno de los extremos y vertiendo el producto en una botella mediante un embudo.

2.2.3. De la línea

Por último, en operativas de carga y descarga de buques, o trasiegos entre tanques de tierra, es habitual realizar toma de muestras de las líneas o tuberías que se usan para el transporte del producto.

Estas muestras se obtienen mediante válvulas simples de accionamiento manual, que pueden ser a veces válvulas de purga o venteo. Es importante purgar un volumen suficiente de producto antes de obtener la muestra, para evitar que hayan quedado restos de producto de anteriores operativas.

Hay distintos puntos en los que se pueden obtener muestras de línea:

- En la salida de la bomba del tanque
- A lo largo de la línea

- En puntos de intersección de líneas (nudos)
- En las tuberías del atraque previas al brazo de carga
- En el brazo de carga
- En el manifold del buque

Tomar muestras de línea en diferentes instantes de la operativa es importante para tener una trazabilidad del producto desde que sale del origen hasta que llega a su destino. En caso de que hubiera cualquier problema de calidad del producto final y este no fuera acorde a las características analizadas en su origen, se podría detectar en qué punto de la línea ha empezado a estar contaminado el producto.

2.3. Documentos

2.3.1. Conocimiento de Embarque (Bill Of Lading - BL)

El Conocimiento de Embarque es conocido mundialmente como Bill Of Lading. Este término proviene del inglés antiguo y tiene una traducción similar a “listado de la carga”. Básicamente, este documento es un contrato entre el propietario de la mercancía y el transportista, en este caso el buque, declarando las mercancías que se transportan, de donde provienen y hacia donde se dirigen.

El momento de la firma del BL representa el punto donde el buque acepta haber recibido dicha mercancía en buen estado y tal como se especifique en el documento. En caso de que existan discrepancias o cualquier otro problema, es posible añadir comentarios sobre problemas con la calidad de la carga, excedentes o mermas. Un documento sin ninguna discrepancia prácticamente garantiza el pago al vendedor por parte del comprador.

Ver ejemplo en el [Anexo I](#)

2.3.2. Plan de carga (Stowage Plan)

Un Plan de Carga muestra la distribución de todas las partidas carga a bordo de un buque para un viaje en concreto. Cada entrada en el Plan de Carga detalla el grado del producto, la cantidad en metros cúbicos, el peso en toneladas métricas y el puerto de descarga. También pueden incluir una pequeña descripción de los tipos de producto abordo.

Ver ejemplo en el [Anexo I](#)

2.3.3. Factor de Experiencia del Buque (Vessel Experience Factor – VEF)

EL Factor de Experiencia del Buque se corresponde con la diferencia histórica entre las mediciones en el buque (Ship Figures) y las mediciones en tierra (Shore Figures) a lo largo de un determinado número de viajes del buque. La utilidad de este factor reside en validar las cantidades medidas abordo.

En muchos casos las tablas de sondas de los buques vienen calculada de la fase de diseño y a partir de los planos, en vez de por una calibración física precisa de los tanques. Esto se traduce en diferencias entre la cantidad medida en un buque con las de un tanque de tierra calibrado o un caudalímetro.

Para que un VEF pueda ser tenido en cuenta ha de incluir los datos de como mínimo 5 viajes. Lo más habitual es utilizar los datos de los últimos 20 viajes que haya realizado el buque.

Algunos viajes no son admisibles para contabilizarlos en los cálculos del factor. Estos son:

- Primer viaje después de dique seco
- Viajes en los que el BL esté basado en Ship Figures
- Viajes previos a alguna modificación que haya afectado a la capacidad de carga
- Viajes en los que el buque lleva diversas partidas abordo
- Viajes en los que el buque lleva menos del 75% de su capacidad

Ver ejemplo en el [Anexo I](#)

2.3.4. Carta de protesta (Letter Of Protest – LOP)

Una Carta de Protesta es una comunicación escrita plasmando una insatisfacción de alguna de las partes con relación a cualquier situación operacional en la que la otra parte tiene el control, y que pretende responsabilizar a esta última por cualquier posible consecuencia que pueda darse a raíz del asunto sobre el que se presenta la protesta.

La carta de protesta más común suele ir relacionada con la carga, aunque pueden ser escritas sobre casi cualquier tema, como por ejemplo retrasos, limitaciones, negación de peticiones del inspector, discrepancias sobre la operativa, etc.

Ver ejemplo en el [Anexo I](#)

2.3.5. Ficha de datos de seguridad del producto (Material Safety Data Sheet – MSDS)

La Ficha de Datos de Seguridad del Producto es un documento que detalla información de uno o de varios compuestos químicos. Este documento puede contener información sobre modo de empleo, modo de almacenaje, manejo de recipientes, procedimientos de emergencia, riesgos potenciales para la salud, etc.

Concretamente los puntos que debe incluir son los siguientes:

- Identificación química
- Información sobre el fabricante
- Ingredientes peligrosos
- Propiedades físicas y químicas
- Información sobre peligros de incendio y explosión
- Información sobre su reactividad
- Información sobre peligros a la salud
- Precauciones para su uso y manejo seguros
- Control de la exposición y protección personal necesaria

Ver ejemplo en el [Anexo I](#)

3. Descarga de graneles líquidos

3.1. Descripción de la operativa

A continuación, se describirá el proceso que debe realizar un inspector de carga para controlar correctamente una operativa en la que un buque descarga producto en un tanque de tierra o, en algunos casos, en otro buque.

3.2. Procedimiento inicial

3.2.1. En tierra

Previo a la descarga el procedimiento en tierra es sencillo. Consiste en sondar el tanque de tierra y comprobar el estado de las líneas. El método para obtener las cantidades del tanque de tierra es el mismo que el del apartado 3.2.2.3.

También se deben sacar muestras del tanque en el caso de no estar vacío, ya que, si después de la descarga se detecta una contaminación, se podrá determinar su origen. Otro motivo para sacar las muestras puede ser, a petición del cliente, para analizar sus características y decir la cantidad a descargar o en que tanques hacerlo.

3.2.2. En buque

3.2.2.1. Key Meeting

Antes de poder empezar cualquier operativa, debe realizarse el Key Meeting (Reunión Clave) entre el oficial del buque (generalmente el Primer Oficial, Chief Officer o C/O), el Loading Master (representante de la terminal) y el inspector de carga (Cargo Surveyor).

En esta reunión se establecen las responsabilidades de cada parte implicada, se definen los procedimientos de seguridad y los detalles de la operativa en cuestión. Los puntos que tratar y plasmar de forma escrita y sellada son los siguientes:

- Procedimientos en caso de emergencia, incendio o vertido de producto
- Cantidad por descargar y desde que tanques
- Especificaciones de calidad del producto
- Tanques de tierra en los que se descargará y su capacidad
- Capacidad y estado de llenado de las líneas desde el atraque al tanque de tierra.
- Cantidad requerida para el desplazamiento de línea (ver punto 3.3.2.1)
- Secuencia de descarga
- Determinar el responsable de finalizar la operativa (Ship Stop / Shore Stop).
- Caudal y presión máximos aceptados

3.2.2.2. Documentación

Este punto puede incluirse en el Key Meeting o realizarlo solamente entre el inspector y el buque.

Básicamente consiste en requerir al buque toda la documentación relevante para la operativa, y comprobar que sea coherente con las instrucciones recibidas por el inspector del Operador. En una descarga la documentación a solicitar es la siguiente:

- Ullage Report en el puerto de carga
- Stowage Plan
- Calidad del producto en el puerto de carga
- Bill of Lading
- Slops Report
- Bunker Report (en el caso de que el producto a cargar sea consumible por el buque)
- Cartas de Protesta en el puerto de carga (Letter Of Protest)
- Certificado de calibración de la UTI
- Hoja de tiempos
- Factor de Experiencia del Buque (VEF)
- Ficha de datos de seguridad del producto (Material Safety Data Sheet – MSDS)

3.2.2.3. Determinación de la cantidad abordo

Para obtener la cantidad real abordo se deben sondar todos los tanques de carga del buque, junto los tanques de SLOP, ya que a menudo son utilizados como tanques de carga.

El procedimiento para sondar, comúnmente llamado Ullaging, consiste en determinar la altura de producto en cada tanque, ya sea con la UTI o con la plomada. También se debe comprobar las alturas de referencia de los tanques y comprobar la existencia de agua indeseada dentro del tanque, ya sea mediante la UTI o mediante una sonda manual y pasta de agua.

Además de obtener las sondas o vacíos, es muy importante determinar la temperatura del producto a diferentes alturas.

Una vez obtenidas las sondas y las temperaturas de cada tanque, se procede a obtener el volumen al que corresponden mediante las tablas de calibración. Este valor es conocido como TOV (Volumen Total Observado).

Como se puede ver en el informe de sondas en el [punto 8.2](#) del Anexo I, a este valor TOV se le debe restar el volumen del agua encontrada en los tanques (si se diera el caso), obteniendo así el GOV (Volumen Observado Bruto). En caso de no existir agua en los tanques $TOV = GOV$. Como el volumen varía según la temperatura es necesario estandarizarlo para obtener el GSV (Volumen Estándar Bruto). La temperatura designada como estándar es 15 °C.

A falta de un certificado de análisis (COA) que establezca la densidad del producto, la opción más fácil consiste en obtenerla mediante la fórmula clásica introduciendo los valores de masa (toneladas) y volumen (m3) del Bill of Lading. Cabe recalcar que, si se utiliza las toneladas al aire, se obtendrá la densidad al aire y, si se utilizan las toneladas al vacío, se obtendrá la densidad al vacío.

El siguiente paso es aplicar la tabla ASTM 54b para productos derivados del petróleo y crudos; para ello, se debe entrar en la tabla con la temperatura del producto y la densidad estandarizada a 15°C, obteniendo así el VCF (Factor de Corrección de Volumen), con el cual se puede obtener el GSV multiplicándolo por el GOV.

En el caso de otros graneles líquidos no derivados del petróleo, tienen un factor de corrección lineal según la temperatura, es decir, por cada incremento de temperatura le corresponderá una disminución de la densidad. Como ejemplo, si se dispone de un producto con una densidad a 24°C de 0,9510 Kg/L y un factor de 0,0006 por grado, a 25°C tendría una densidad de 0,9504 Kg/L y a 23°C una densidad de 0,9516 Kg/L.

**TABLE 54B. GENERALIZED PRODUCTS
VOLUME CORRECTION TO 15 C**

TEMP. C	810.0	812.0	814.0	816.0	818.0	820.0	822.0	824.0
	DENSITY AT 15 C FACTOR FOR CORRECTING VOLUME TO 15 C							
32.50	0.9841	0.9841	0.9842	0.9843	0.9844	0.9845	0.9845	0.9846
32.75	0.9838	0.9839	0.9840	0.9841	0.9842	0.9842	0.9843	0.9844
33.00	0.9836	0.9837	0.9838	0.9839	0.9839	0.9840	0.9841	0.9842
33.25	0.9834	0.9835	0.9835	0.9836	0.9837	0.9838	0.9839	0.9839
33.50	0.9832	0.9832	0.9833	0.9834	0.9835	0.9836	0.9836	0.9837
33.75	0.9829	0.9830	0.9831	0.9832	0.9833	0.9833	0.9834	0.9835
34.00	0.9827	0.9828	0.9829	0.9830	0.9830	0.9831	0.9832	0.9833
34.25	0.9825	0.9826	0.9826	0.9827	0.9828	0.9829	0.9830	0.9831
34.50	0.9822	0.9823	0.9824	0.9825	0.9826	0.9827	0.9828	0.9828
34.75	0.9820	0.9821	0.9822	0.9823	0.9824	0.9824	0.9825	0.9826
35.00	0.9818	0.9819	0.9820	0.9820	0.9821	0.9822	0.9823	0.9824
35.25	0.9816	0.9816	0.9817	0.9818	0.9819	0.9820	0.9821	0.9822
35.50	0.9813	0.9814	0.9815	0.9816	0.9817	0.9818	0.9819	0.9820
35.75	0.9811	0.9812	0.9813	0.9814	0.9815	0.9816	0.9817	0.9818

Tabla 2 Tabla ASTM 54B (Fragmento)

Por último, se debe obtener el peso del producto, ya que es el único valor que no depende de la temperatura. Simplemente multiplicando GSV por la densidad a 15°C se obtiene el GSW (Peso Estándar Bruto) al aire o al vacío, dependiendo de la densidad utilizada.

A lo largo de este trabajo se trabajará con las unidades del sistema métrico y las unidades más comunes en Europa:

- Longitudes: Metros, centímetros o milímetros.
- Peso: Kg o Toneladas (Especificando Aire o Vacío)
- Volumen: Litros o Metros Cúbicos
- Temperatura: Grados Celsius

Sin embargo, otros países utilizan otras unidades como: Barriles, Toneladas Largas, Toneladas Cortas, Grados Fahrenheit, etc. Lo que lleva a utilizar otras tablas ASTM como la tabla 6b, aunque el procedimiento es el mismo.

3.2.2.4. Toma de muestras

En una descarga se deben sacar muestras de todos los tanques del buque individualmente y muestras compuestas de todos los tanques. Además, es importante sacar muestras del manifold en el instante inicial de la descarga para asegurar que las líneas del buque no contenían restos de otro producto de una operativa anterior.

Es importante conocer las características del producto para poder realizar mezclas en tierra o para conocer la calidad del producto a la hora de comerciar con él. Cabe decir que en el puerto de carga se habrán sacado muestras tanto de los tanques de tierra como del buque después de la carga, entregándose esas muestras precintadas por el inspector del puerto de carga a los receptores en el puerto de descarga.

3.3. Procedimiento durante la operativa

3.3.1. Desplazamiento de línea

Aunque durante la inspección inicial en tierra se revisan el estado de las líneas, es prácticamente imposible determinar la cantidad de producto remanente dentro de ellas. Por ello, junto con el Loading Master durante el Key Meeting, se establece el cubicaje de las líneas que van desde el atraque hasta la base del tanque. Entonces, se le solicitará al oficial del buque que inicie la descarga, con un caudal moderado, de una cantidad ligeramente mayor a la del cubicaje de las líneas y se determinará desde que tanques realizará la descarga.

Este procedimiento es importante ya que permitirá determinar la cantidad real de producto dentro de una línea. Una vez el buque ha descargado la cantidad acordada, se vuelven a tomar mediciones tanto en tierra como en el buque.

El procedimiento sigue una formula muy sencilla pero que da una visión clara del estado de llenado de las líneas:

$$\text{Cantidad bombeada} - \text{Cubicaje vacio lineas} = \text{Cantidad recibida}$$

Es decir, si la línea estuviera completamente llena, la carga bombeada empujaría o desplazaría el producto dentro de las líneas, por lo que al tanque de tierra llegaría una cantidad igual a la bombeada y quedando la línea llena.

Si, por el contrario, la línea estuviera vacía, una parte de la cantidad bombeada se destinaria al llenado de la línea. Hasta que no se completara dicho llenado, el tanque de tierra no recibiría producto. La suma de lo recibido por el tanque y el cubicaje de las líneas equivaldrían a la cantidad bombeada.

Entre estos dos casos existen los llenados parciales. De la misma forma que en los casos anteriores mediante la suma y resta de los elementos de la formula se obtendría el estado de las líneas.

A continuación, se ilustra con un ejemplo numérico:

Se supone una línea desde el atraque al pie de tanque cubica 200 m³ y se desconoce el estado de llenado. Se le solicita al buque que bombee 250 m³. Si al sondear el tanque de tierra se encontrara una diferencia de llenado de 250 m³, significaría que los 200 m³ de la línea estaban llenos. En cambio, si el tanque

recibiera solo 50 m³, significaría que la línea estaba completamente vacía y los primeros 200 m³ han llenado la línea y los 50 m³ restantes han llegado al tanque.

Por último, si al tanque llegaran 150 m³, significaría que la línea estaba llena al 50%, por lo que los primeros 100 m³ servirían para acabar de llenar la línea y al tanque llegarían los 150m³ restantes.

3.3.2. Control de presiones

Es importante mantener un control correcto de las presiones en la conexión tanto de tierra como en el buque. Esta tarea es responsabilidad de la terminal y del buque respectivamente. Ambos mantienen a lo largo de toda la operativa a un operario comprobando la presión periódicamente, para así detectar o evitar incidentes.

Como se ha visto en el apartado 3.2.2.1. se acuerda un caudal máximo que tiene como factores: la potencia de las bombas, su caudal y el diámetro del brazo o manquera. También se define la contrapresión máxima que no debe superarse. Por lo que, sin llegar a alcanzar el caudal máximo acordado, se superara la presión máxima (por ejemplo, por un cierre accidental de una válvula) en algún momento la operativa debe detenerse.

3.4. Procedimiento final

3.4.1. En tierra

3.4.1.1. Inspección de tanques

De la misma forma que previo a la operativa, es necesario sondar de nuevo el tanque y tomar nuevas temperaturas a diversas alturas. Habitualmente se toman temperaturas empezando 2 metros de la superficie del producto, cada 2 metros hasta encontrarse a 2 metros del fondo del tanque. El método más común y fiable es sondar mediante UTI y tomar las temperaturas con termómetro digital. Sin embargo, es importante remarcar, que en caso de no haber sido posible sondar manualmente al inicio (condiciones climáticas, reparaciones, etc.) y tomar los datos por radar, al final de la operativa se deben tomar de la misma forma, ya que la posible desviación entre las mediciones manuales y de radar llevaría a un error en la determinación de la cantidad descargada.

3.4.1.2. Cálculos

En este punto, una vez sondados los tanques de tierra y del buque, es necesario realizar una serie de cálculos junto con la terminal, ya que la cantidad oficial será la determinada en tierra. Una vez obtenido el volumen a temperatura del tanque de tierra, se deben obtener el volumen a 15°C (GSV) y las toneladas (GSW). Para ello es importante determinar diversos puntos:

- Temperatura media del tanque
- Densidad resultante de la mezcla del producto descargado junto con la previamente existente en el tanque, si lo hubiera.
- Comprobar la existencia de agua no deseada en el fondo del tanque

- Tener en cuenta la información obtenida durante el desplazamiento de línea: estado de la línea antes, estado actual, si se debe pasar el topo (explicado en el siguiente punto), si la línea quedará llena, etc.

Teniendo en cuenta todos estos puntos, finalmente se puede determinar la cantidad descargada en los tanques de tierra, que será la determinante a nivel aduanero y la que se comparará con el Bill of Lading.

Cabe mencionar, que, en las operativas con graneles líquidos, se entiende que no son unidades unitarias exactas como podría ser por ejemplo una descarga de contenedores o de vehículos y que depende de un gran número de factores (temperatura, calibración de los tanques del buque y de tierra, calibración de equipos de medición, movimiento del mar, etc.). Por ello los compradores/vendedores del producto aceptan ciertos márgenes de merma o ganancia de producto. Si al comparar los números descargados con el BL el porcentaje queda dentro de los límites aceptados por el cliente (habitualmente $\pm 0,3\%$), el inspector está autorizado a firmar los documentos.

3.4.1.3. Topear las líneas

Como se ha explicado en el punto anterior, es importante para el cálculo la cantidad contenida dentro de las líneas que pueden cubicar desde decenas de metros cúbicos hasta centenares. Para recuperar esta gran cantidad de producto y vaciar las líneas se suele utilizar un método conocido comúnmente como Pasar el Topo o Topear las líneas (Pigging o Pig the Line). El topo es una pieza, que puede ser de diversos materiales blandos, de diámetro ligeramente mayor al de la tubería que se introduce desde una lanzadera y se empuja mediante aire a presión. Al ir rozando las paredes de las tuberías va arrastrando el producto en la dirección deseada. Algunos topos incorporan escobillas blandas para una mayor limpieza de las líneas como se puede ver en la figura 19. En la figura 20, se puede observar una sección abierta de una tubería con un topo dentro.



Fig. 19 Topo



Fig. 20 Sección de tubería con topo

3.4.1.4. Documentación

Los documentos más importantes para firmar con la terminal son:

- Certificado de Cantidad (COQ) de los tanques de tierra
- COQ emitido por la terminal (si se da el caso)
- Hoja de tiempos
- Parte de Aduanas (Customs Party)

3.4.2. En buque

3.4.2.1. Inspección de tanques

Existen varios métodos para comprobar el estado final de los tanques y dependen del producto, de si los tanques están inertizados y de si la descarga es parcial o total.

Para una descarga parcial se realizaría una inspección de tanques de la misma forma que al inicio de la operativa para determinar la cantidad restante abordo, siendo la diferencia entre ambos Ullage Reports, la cantidad descargada según mediciones en el buque (Ship Figures).

En una descarga completa de un tanque la inspección corresponde a asegurar que dicho tanque este vacío completamente o tiene restos mínimos de producto despreciables a nivel de contabilizar cantidades.

Para determinar que un tanque está vacío se puede realizar de diversas formas o combinaciones de ellas:

- **Visual:** Este método, como su nombre indica, consiste en realizar la inspección visualmente con la ayuda de una linterna. Para ello, es necesario que el buque abra los tapines y que sea posible ver el pocete de la bomba, donde probablemente, quedara la mayor cantidad de producto. Este tipo de inspección es de las rápidas de realizar y en muchos casos la más fiable, ya que un tanque al que no se le vean restos de producto es que esta realmente vacío. Si es un producto tóxico o inflamable y por lo tanto los tanques están inertizados, no sería un método viable.
- **UTI:** Mediante la UTI a través de la boca de sonda se baja hasta tocar el fondo del tanque, en el caso de que emita un pitido, se podrá determinar la altura del producto, y por el contrario, si no pita se puede considerar que el tanque está vacío. Este es el método más utilizado (junto con el siguiente) para productos inflamables y con tanques inertizados.
- **Plomada:** Consiste en utilizar una sonda manual con la plomada recubierta de pasta marcadora y tocar el fondo a través de la boca de sonda. Al recoger la sonda se podrá ver si la pasta ha quedado marcada o no, y si lo ha hecho a que altura se encuentra el producto.
- **Radar:** El sistema de medición automático del buque, siempre que disponga, es útil principalmente como complemento al resto de métodos y para verificar que los resultados obtenidos sean coherentes. También es un sistema útil para productos muy tóxicos y que incluso las pequeñas fugas de la boca de sonda y la UTI o sonda sean muy perjudiciales para la salud.

Es importante remarcar, que, en muchos casos, al comprobar las tablas de calibración de los tanques se puede observar que a una sonda igual a 0 no se le corresponde un volumen igual a 0. Por eso, en los métodos a través de la boca de sonda, se desconoce realmente la cantidad de producto concreta, aunque se puede deducir que se encontrara entre 0 y la cantidad de las tablas, por lo que se puede decidir si la cantidad residual es aceptable.

Igual que al inicio es importante comprobar los tanques de Slops ya que podrían almacenar producto no descargado. En el caso de que el producto descargado sea un producto consumible por el propio buque (MGO, HFO, LSFO, VLSFO, etc.) debe solicitarse al inicio y al final de la operativa el Bunker Report, en el que el oficial del barco declara la cantidad de combustible abordo en un documento oficial firmado y sellado. Si se diera el caso de una discrepancia de cantidades, se podría exigir sondear los tanques de Bunker para comprobar que no se han realizado trasiegos de producto internos.

3.4.2.2. Vaciado de líneas

El inspector debe asegurarse que las líneas del buque quedan vacías, ya que, si no, en la próxima operativa de carga ese producto volverá a los tanques y se mezclará con el nuevo producto. Además, aunque no sea una cantidad muy significativa, puede verse reflejado en la cantidad recibida en tierra.

3.4.2.3. Documentación

A lo largo de la operativa, el oficial del buque habrá solicitado al inspector la firma de diversos documentos como:

- Ullage report a la llegada
- Ullage report a la salida / Inspección de tanques vacíos (Empty Tanks Certificate)
- Hoja de tiempos
- Recolección de muestras para receptores (si procede)
- Cartas de Protesta (Letter of Protest-LOP)

Una vez finalizada la operativa el inspector entrega su informe al oficial para su firma, con la siguiente documentación:

- Ullage a la llegada
- Ullage report a la salida / Inspección de tanques vacíos (Empty Tanks Certificate)
- Hoja de tiempos
- Certificado de cantidad a bordo (On Board Quantity / Remaining On Board Report)
- Informe de tanques de Slop
- Certificado de distribución de muestras
- Vessel Experience Factor
- Cartas de Protesta (si procede)
- Recibo de documentos

Habitualmente a la hora de firmar toda la documentación, se reúnen a bordo el representante de la terminal, el oficial, el consignatario o agente y el inspector. El agente también puede solicitar la firma de documentos de alguna o de todas las partes. Se acuerda una hora en la que se han firmado todos los documentos conocida como Documentos abordo (Documents on board).

Una vez todos los documentos han sido firmados, el inspector ha terminado su trabajo a bordo del buque

4. Carga de graneles líquidos

4.1. Descripción de la operativa

Esta operativa consiste en el traspaso de producto desde un tanque de tierra o desde un buque hacia otro buque. Pueden realizarse sobre tanques vacíos o sobre tanques con producto (Mezcla a bordo – Blend on Board). Esta operativa es ligeramente más complicada que una descarga ya que tiene algunos procedimientos adicionales y se debe asegurar que no se producirá una contaminación.

4.2. Procedimiento inicial

4.2.1. En tierra

4.2.1.1. Determinación de cantidades

Del mismo modo que en una operativa de descarga el primer paso es siempre conocer las cantidades iniciales en el tanque de tierra para después poder realizar los cálculos pertinentes. El método es exactamente el mismo explicado en el apartado [3.2.2.3.](#)

4.2.1.2. Toma de muestras

En esta operativa es de vital importancia conocer la calidad del producto que se va a cargar especialmente si se trata de una mezcla a bordo. Por ello, se deben tomar todas las muestras pertinentes y a las alturas que sea necesario, para obtener unos resultados lo más fieles posible a la realidad.

4.2.2. En buque

4.2.2.1. Key meeting

En este punto se realizará la reunión clave conjunta entre buque, terminal e inspección. Se deben detallar puntos vitales para la operativa, algunos de ellos también presentes en una descarga:

- Procedimientos en caso de emergencia, incendio o vertido de producto
- Cantidad por cargar y desde que tanques de tierra
- Especificaciones de calidad del producto
- Tanques del buque en los que se cargará y su capacidad
- Capacidad y estado de llenado de las líneas desde el atraque al tanque de tierra.
- Cantidad requerida para el desplazamiento de línea (ver punto [3.3.1](#))
- Secuencia de carga
- Determinar el responsable de finalizar la operativa (Ship Stop / Shore Stop).
- Caudal y presión máximos aceptados

En el caso de una carga sobre tanques vacíos, a menos que haya instrucciones específicas sobre como cargar el buque o sobre que tanques debe cargarse, el primer oficial propondrá una repartición de la carga en un Plan de Carga (Stowage Plan) para una repartición de pesos correcta y de la forma más cómoda.

Si existieran instrucciones, por ejemplo, si se quisiera cargar solo unos tanques determinados, una cantidad que no llene el buque o una cantidad exacta para realizar una mezcla a bordo, se realizará otro plan de carga.

En el caso de que exista producto a bordo y se quiera cargar sobre ese producto (Load on Top) el plan de carga debe ser muy preciso y calculado por el inspector, ya que se debe determinar la cantidad a cargar para mantener una proporción de productos concreta además de respetar la capacidad máxima de ese tanque (siendo esta un 98% de la capacidad máxima total según normativa).

También es posible que se quiera cargar sobre tanques vacíos, pero de diversos tanques de tierra, realizando un plan de carga por pasos (Multi-Step) en el cual deberán establecerse las proporciones después de realizar análisis en el laboratorio con las muestras obtenidas de cada tanque de tierra. Deben quedar muy claras las cantidades de cada tanque de tierra que se cargaran en cada tanque del buque, respetando dichas proporciones y la capacidad máxima de los tanques.

También se debe determinar la cantidad de producto necesaria para poder tomar las muestras de primeros pies (explicado en el punto 4.3.1.1.) y para el desplazamiento de línea.

4.2.2.2. Inspección de tanques

Si se realiza una carga sobre producto existente se deberán sondear los tanques de la misma forma que en el punto 3.2.2.3. y obtener un Ullage Report.

Si se carga sobre tanques vacíos deben inspeccionarse los tanques para asegurar que estén vacíos, secos y adecuados para la carga, como en el apartado 3.4.2.1. Además, se debe solicitar al buque unos documentos donde especifique las tres últimas cargas (Last Three Cargoes) y los métodos de limpieza (Cleaning Methods) de todos los tanques a cargar. Existen tablas reguladas que indican los métodos de limpieza necesarios para cargar un producto sobre tanques que han contenido otro producto diferente. El inspector debe comprobar que los métodos de limpieza indicados por el oficial son suficientes y adecuados para realizar la carga.

BP Tank Cleaning Guide

Previous Cargo \ Cargo to be Loaded	Naphtha / Clean Condensates / LDF	Avgas	MTBE/ETBE/TAME/Ethanol/Methanol	Leaded Motor Spirit	Unleaded Motor Spirit	Sulphur Free Motor Spirit	Solvents	Jet / Aviation Kerosenes	Kerosenes (undyed)	Kerosenes (dyed)	Gas Oil (undyed)	Gas Oil (dyed)	Sulphur Free Diesel / ULSD	FAME/Biodiesel	Crude Oils / Dirty Condensates	Lube Oils	Wax Distillate / Vacuum Gas Oil	Atmospheric Residue	Heavy / Medium Fuel Oil	Low Sulphur Fuel Oil (LSFO / LSWR)	Light Fuel Oil (LFO)
Naphtha/Clean Condensates/LDF ★																					
Avgas																					
MTBE	M	M						M	M	M	M	M	M								
Ethanol/Methanol	M	M						M	M	M	M	M	M								
Leaded Motor Spirit																					
Unleaded Motor Spirit																					
Sulphur Free Motor Spirit ★																					
Solvents ★	PM	PM	PM	PM	PM	PM				PM		PM					M				M
Jet / Aviation Kerosenes	PM	PM		PM	PM	PM				PM		PM									M
Kerosenes (undyed)	P	P		P	P	P															
Kerosenes (dyed)	P	P		P	P	P															
Un-dyed Gas Oil	P	P		P	P	P	P								P						
Dyed Gas Oil	P	P		P	P	P	P								P						
FAME / Biodiesel ★	M	M	M	M	M	M	M			M					M	M	M				M
Ultra Low Sulphur Diesel/Gas Oil ★	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM			PM		M									M
Sulphur Free Diesel ★	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM														
Crude Oils / Dirty Condensates																					
Lube Oils ★	PM	PM		PM	PM	PM	PM						M			LUB					
Wax Distillate / Vacuum Gas Oil ★	P	P		P	P	P	P								P						
Atmospheric Residue ★	P	P		P	P	P	P								P						
Heavy / Medium Fuel Oil	PX	PX		PX	PX	P	P								PX						
Low Sulphur Fuel Oil (LSFO / LSWR)	PX	PX		PX	PX	P	P								P						
Light Fuel Oil (LFO)	PX	PX		PX	PX	P	P								P			X	X	X	

THIS GUIDE COVERS WHITE OIL CARGOES IN COATED TANKS.
AND BLACK OIL / CRUDE CARGOES IN EITHER COATED OR UNCOATED TANKS.

No washing required - strip and drain well
Refer Notes: 1 & 2

Wash tanks with **COLD** sea water until tank is clean
Refer Notes 1, 2 & 3

Wash tanks with **HOT** sea water until tank is clean.
Refer Notes 1, 2 & 3

Product NOT to be loaded unless specific instructions have been issued by BP Head Office

P Tanks to be purged to below 2% Hydrocarbon by volume
Non IG Vessels should be 'Gas Free'

M Tanks to be mopped or educted **DRY**

X If ROB is less than 0.1%, and purging (if required) is effective,
cargo may be loaded directly on top without washing

★ Tanks that have been washed for the carriage of these
products must have a final wash with fresh water.
Tank and lines are then to be blown and drained free of water.

To ensure minimum grade to grade admixture, tanks to be
LUB stripped dry, pump column and deck lines to be blown and
drained. Tanks to be visually inspected to ensure min ROB

- Notes:**
1. Tanks to be stripped dry such that any liquid ROB is confined to the pump well - or better.
 2. Pump columns, deck lines, drops etc are to be blown clear and drained free of all product and water.
 3. Deck lines, loading drops and cross over lines must be thoroughly washed and drained.
 4. MTBE/Methanol/Ethanol (oxygenates) Are water miscible, introduction of water into designated tanks should be avoided.
 5. These tank cleaning guidelines are guidelines only and not to be regarded as BP instructions to inspectors

Tabla 3 Guía para limpieza de tanques

4.2.2.3. Toma de muestras

Si existiera producto abordado previo a la carga se deberían sacar muestras de todos los tanques para poder realizar los análisis correspondientes y conocer las proporciones a cargar.

4.2.2.4. Documentación

Se debe solicitar al oficial del buque la documentación siguiente:

- Propuesta de Stowage Plan
- Slops Report
- Bunker Report (en el caso de que el producto a cargar sea consumible por el buque)
- Certificado de calibración de la UTI
- Factor de Experiencia del Buque (VEF)
- Tres Últimas Cargas
- Métodos de limpieza
- Capacidad máxima al 98% de los tanques y el material del recubrimiento de los tanques

4.3. Procedimiento durante la operativa

4.3.1. En buque

4.3.1.1. Control de cantidades de Primeros Pies

El concepto primeros pies (First Foot) hace referencia al procedimiento en el cual se bombea producto a un tanque vacío hasta llenarlo con una altura de sonda de un pie (30,48cm), aunque habitualmente se llena hasta 50 cm aproximadamente para asegurar que haya producto suficiente en cada tanque.

Es muy común aprovechar este bombeo para realizar el desplazamiento de línea, ahorrando tiempo en la operativa.

La cantidad ha sido acordada con la terminal en el Key Meeting. En este punto no es de vital importancia la cantidad para lo que a los cálculos respecta, pero sí para llenar la cantidad adecuada en cada tanque para poder sacar muestras, por ello, la cantidad en cada tanque se puede comprobar mediante los sistemas automáticos de radar del buque. En caso de realizarse conjunto con el desplazamiento de línea sí que se debe obtener mediciones más precisas para evitar problemas a la hora de realizar cálculos en tierra.

4.3.1.2. Toma de muestras de Primeros Pies

La razón de llenar esa cantidad es doble: Debe ser suficiente cantidad para que un tomamuestras sea capaz de llenarse y poder obtener una muestra correcta. La segunda razón es que, a pesar de haber comprobado que los tanques están vacíos y de que el oficial haya informado de los métodos de limpieza, es posible que existan restos de agua en el fondo o las paredes o de otros productos. Por ello, no interesa malgastar mucho producto en el caso de que la carga se contamine.

Sin embargo, es habitual que el laboratorio realice cálculos teóricos sobre la situación final del producto. Es decir, si, por ejemplo, un tanque con 50 CBM de producto tiene un contenido de agua de 310 partes por millón (siendo 300 el máximo permitido) debido a que los tanques no estaban del todo secos, es fácil

calcular que, si sabiendo que se deben cargar 4000 CBM más en ese tanque, esa cantidad de agua quedará diluida proporcionalmente y se obtendrán resultados dentro de especificación.

Las muestras de primeros pies deben sacarse en todas las operativas de carga, aunque según las indicaciones del cliente, puede requerirse detener la operativa hasta que el laboratorio haya analizado el producto o, por ejemplo, en el caso de cargar el mismo producto sin haber limpiado los tanques, pueda proseguir la operativa de manera normal, reteniendo la muestra por si surgiera algún problema.

4.3.1.3. Control de presiones

De la misma forma que en el resto de operativas, se debe mantener controlada la presión del manifold para detectar posibles fallos y poder detener la operativa antes de que ocurra un accidente.

4.3.1. En tierra

4.3.1.1. Control de cantidades de Primeros Pies

En tierra también se debe conocer la cantidad bombeada para realizar los cálculos pertinentes, aunque de igual modo que en el buque, estas cantidades pueden obtenerse mediante la medición automática del radar, ya que el inspector conoce la cantidad inicial real, una aproximación bastante exacta para el desplazamiento de línea y obtendrá la medición final real del tanque de tierra, por lo que no representara un problema a la hora de realizar los cálculos en tierra.

4.3.1.2. Control de Presiones

Se debe mantener controlada la presión del manifold de tierra para detectar posibles fallos y poder detener la operativa antes de que ocurra un accidente.

4.4. Procedimiento final

4.4.1. En buque

4.4.1.1. Determinación de cantidades

Una vez finalizada la carga, el inspector debe determinar la cantidad a bordo del buque mediante el proceso de sonda habitual. Después de realizar los cálculos pertinentes en el buque, se contacta con la terminal para obtener una cantidad aproximada según las mediciones de tierra. Si entre las dos cantidades existe una diferencia muy elevada se debe revisar todos los cálculos y comprobar el informe del desplazamiento de línea. Las situaciones más comunes son, encontrar en el buque la cantidad esperada o ligeramente menor, quedándose la línea llena o devolviéndose a tierra mediante el topo o que el buque haya recibido la cantidad esperada menos el cubicaje de la línea y que está todavía no haya sido empujada hacia el buque.

Una vez obtenidas las mediciones del buque el inspector debe ir a la terminal a determinar la cantidad bombeada.

4.4.1.2. Toma de muestras

La toma de muestras después de una carga es un procedimiento básico para poder asegurar la calidad del producto. Además, se deben sacar un número determinado de muestras, aparte de las que necesite el inspector para retener o el laboratorio para analizar, habitualmente compuestas de todos los tanques aunque a veces, una por cada tanque para retención por parte del buque y para entregar a los receptores en el puerto de descarga. Estas muestras deben ir precintadas y los números de precinto especificados en el informe de la inspección.

Dependiendo de la situación y del tiempo del que se disponga, el inspector puede solicitar ayuda a un compañero para sacar estas muestras ya que es posible que deban analizarse y mientras tanto, el inspector debe realizar las mediciones en tierra. Esta simultaneidad se realiza para reducir el tiempo entre que el buque ha terminado la operativa y que pueda partir.

4.4.2. Análisis

Todas las operativas de carga conllevan un análisis al finalizar la operativa de todos los tanques del buque y de muestras compuestas de ellos. Dependiendo de las instrucciones del operador, en algunos casos, el buque no puede partir hasta que no se hayan realizado los análisis. Habitualmente para que no se generen demoras se realizan primero unos análisis clave (Key Points) para que el buque pueda continuar con su ruta y después se continua con el resto de los análisis.

4.4.3. En tierra

4.4.3.1. Determinación de cantidades

De igual forma que en las descargas, las cantidades oficiales que se verán reflejadas en los documentos como el Bill of Lading, Cargo Manifest, etc. son las obtenidas en los cálculos en tierra.

Se debe sondear los tanques de tierra y realizar los cálculos junto con la terminal. Una vez las cantidades han sido acordadas y se han firmado los Certificados de Cantidad (Certificate of Quantity – COQ) y los Partes de Aduanas (Customs Party), el inspector envía dichas cantidades al Agente para que prepare todos los documentos de la operativa (Cargo Documents) citados anteriormente.

Por este motivo, una práctica habitual, cuando el inspector no puede recibir apoyo, es sacar las muestras después de enviar las cantidades definitivas al Agente, ya que así se optimiza el tiempo y mientras el Agente prepara los documentos y los trae abordo para ser firmados por el Capitán, el Inspector puede sacar las muestras sin demorar la operativa.

4.4.3.2. Documentación

Los documentos que deben firmarse en la terminal son los nombrados en el punto anterior: Un Certificado de Cantidad de cada tanque del que se haya cargado en el que se especifique sus mediciones iniciales, finales y diferencia entre ellas y un Parte de Aduanas conforme esa cantidad de producto ha salido de la terminal. Estos números serán los vinculantes con respecto a organismos oficiales, el flete del buque, etc.

5. Bunkering

5.1. Descripción de la operativa

La operativa conocida como Bunkering consiste en el proceso mediante el cual un buque reposta combustible para su normal funcionamiento. Indiferentemente del tipo de buque, todos necesitan repostar y con las dimensiones de un buque de carga es imposible realizarlo en estaciones de servicio como en la náutica deportiva. Por lo tanto, se realiza a través de gabarras que se abarloan al buque que necesita repostar, ya sea atracado dentro del puerto o en el fondeadero, y son las encargadas de bombear el producto deseado desde sus tanques de carga a los tanques de Bunker. Este procedimiento es igual para buques de pasaje, de carga, graneleros, buque tanques, etc.



Fig. 21 Operativa de bunkering

5.2. Procedimiento inicial

5.2.1. En buque

5.2.1.1. Definición de la operativa

Al contrario de las operativas vistas hasta ahora en las que los oficiales encargados eran del departamento de Puente, la operación de bunkering le corresponde al departamento de Maquinas del buque.

Una vez a bordo, habitualmente en la Engine Control Room (ECR), se determinarán las instrucciones de la operativa entre el Inspector y el Jefe de Máquinas. Los principales temas a tratar serán:

- Cantidad nominada
- Tanques de destino en el buque
- Secuencia de carga
- Sistemas automáticos de control
- Toma de muestras, envío y análisis en laboratorio

5.2.1.2. Determinación de cantidades

Del mismo modo que en las operativas de graneles líquidos, es necesario sondar los tanques del buque para determinar la cantidad real abordo.

El procedimiento standard consiste en determinar las cantidades de todos los productos en los tanques de Bunker (MGO, ULSD, VLSFO, HSFO, etc), no solo del tanque en el que se cargará o solo los tanques del producto a cargar.

En esta operación es habitual que el inspector lleve su propio material calibrado para determinar las sondas y temperatura. Para ello llevará una sonda manual con plomada y un termómetro digital. La posición de las bocas de sonda en los tanques de Bunker es muy diversa, ya que dependen del tipo de buque y de su ubicación dentro de él.

Por ejemplo, algunos buques tienen la boca de sonda de la mayoría de los tanques en la cubierta y otros dentro de la sala de máquinas. En buques de pasaje se encuentran todos dentro de la sala de máquinas, por lo que el acceso es más complicado ya que se debe trepar hasta arriba del tanque para encontrar la boca de sonda, en vez de sondar desde una cubierta superior.

Este procedimiento puede consumir bastante tiempo por lo que, es recomendable realizarlo con antelación para no retrasar la operativa. El sondaje de los tanques lo realiza el Inspector, un representante del buque (habitualmente el Tercer Oficial de Maquinas) y si así lo solicitan, un representante de la gabarra.

En este caso, el procedimiento para determinar las cantidades sí que es el mismo que en casos anteriores. Una vez obtenidas todas las sondas, vacíos y alturas de referencia, se consultan las tablas de calibración, aplicándole la corrección por calado, y se obtienen los cúbiclos a temperatura. Mediante la temperatura obtenida con el termómetro digital y la densidad del producto de cada tanque, podemos obtener el volumen a 15°C y el peso.

5.2.1.3. Cuaderno de Máquinas

Una de las comprobaciones importantes que debe hacer el Inspector es comparar las cantidades obtenidas mediante la sonda de los tanques con aquellas declaradas por el buque en el Cuaderno de Maquinas (Engine Logbook), que es un documento oficial.

En este documento se recoge de manera periódica datos sobre el departamento de máquinas (presiones, temperatura, revoluciones por minuto, entradas y salidas a puerto, etc.)

Uno de los datos que se registran son las cantidades de consumibles abordo (combustibles, agua dulce, lubricantes, etc.). El convenio estandarizado es registrarlo cada día a las 12:00 (Noon) o por ejemplo a la llegada a un puerto cuando se terminan de usar los motores (Finish With Engines).

Por ello, dependiendo de en el momento que se realice el bunker pueden haber transcurrido horas o días desde el FWE o casi 24 horas desde el ultimo "Last Noon" y podría haber discrepancias entre la cantidad sondada y la registrada. Para solucionar dichas discrepancias, se debe solicitar los consumos de motores, calderas y generadores al Jefe de Máquinas para así comprobar si la diferencia de cantidad se corresponde al consumo durante esas horas.

5.2.2. En gabarra

5.2.2.1. Acceso a la gabarra

Cuando el Operador solicita una operativa de Bunker para su buque, contrata a una empresa suministradora (que fleta las gabarras) y a un Inspector (opcional). La empresa suministradora invita a realizar las inspecciones a bordo de la gabarra que consideren necesarias el Inspector i/o los oficiales del buque. En ocasiones surgen discrepancias ya que el personal de la gabarra no permite el acceso al Inspector o a los oficiales, por lo que se debe parar la carga e informar al Operador.

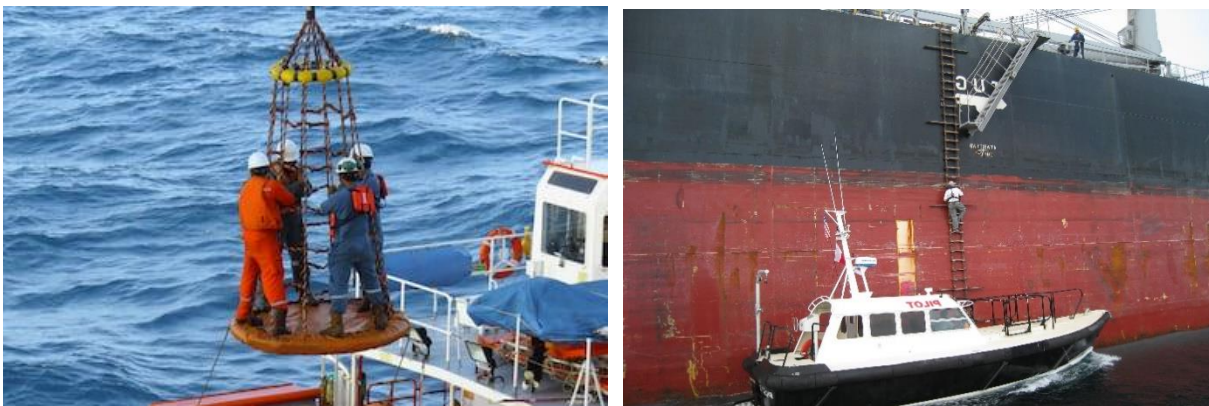


Fig. 22 Accesos a la gabarra. Cesta izquierda y escala de prácticos derecha

De la misma forma, el buque debe procurar un acceso seguro a la gabarra, de no ser así, se detendría la operativa y se valoraría la opción de solicitar una lancha para acceder por mar y mediante la escala de prácticos a la gabarra. Otra opción posible es mediante una cesta y la grúa del buque o de la gabarra.

Este punto es importante ya que si no es posible realizar la inspección a bordo de la gabarra pueden darse problemas con la cantidad final suministrada, sobre todo en algunos puertos en los que pueden darse comportamientos ilícitos o ilegales. Es en esos puertos donde el inspector debe realizar todos los procedimientos de una manera cuidadosa y tajante.

5.2.2.2. Definición de la operativa

Una vez a bordo de la gabarra se establecerán los parámetros de la operativa del mismo modo que se ha realizado con el Jefe de Máquinas del buque:

- Cantidad nominada
- Tanques de destino en el buque
- Secuencia de carga
- Sistemas automáticos de control
- Toma de muestras, envío y análisis en laboratorio

Se determinará el caudal máximo, una estimación del tiempo de bombeo y los métodos que se utilizaran para contabilizar el producto descargado y que se explicaran más adelante.

5.2.2.3. Determinación de cantidades

En la gabarra se deben sondar los tanques de igual forma que en el buque, tanto los de productos nominados como los no nominados. Como se ha comentado antes, hay puertos en los que se pueden dar casos de posibles acciones irregulares para falsear la cantidad abordo o la suministrada.

Una de estas acciones consiste en lastrar la gabarra de un costado muy lentamente mientras el Inspector sonda para que las sondas obtenidas sean falsas, mostrando más o menos producto según les convenga.

Una posible solución a este problema es sondar la gabarra de proa a popa en zig-zag y repetirlo de popa a proa.

La determinación de cantidades una vez sondado sigue el mismo proceso explicado anteriormente mediante tablas de calibración temperaturas y densidades.

5.3. Procedimiento durante la operativa

5.3.1. Control de presiones

Del mismo modo que en una carga/descarga de graneles líquidos se debe revisar las presiones a ambos extremos de la manguera. Desde el Bunker Station del buque, que es el lugar donde se encuentra el manifold para los tanques de Bunker, están en permanente contacto con la gabarra por si se diera el caso de un incremento de presión y poder solicitar una reducción del caudal o parar la operativa.

5.3.2. Control de caudal

El caudal está directamente relacionado con la presión ya que el diámetro de la manguera, la altura que debe vencer y el resto de las pérdidas de carga hasta el tanque son, teóricamente, fijas. A menos que se cierre una válvula o se desvíe el producto por otro recorrido hacia otro tanque.

El control del caudal es muy útil para conocer una hora aproximada de finalización de la operativa o la cantidad bombeada aproximada en un momento determinado.

5.3.3. Control de cantidad

Para controlar la cantidad suministrada en cada momento, la mayoría de las gabarras, disponen de medios mecánicos para ello. Existen dos tipos de contadores dependiendo de su funcionamiento y de las unidades que cuenta. Estos contadores deben estar calibrados por una entidad homologada y el inspector debe solicitar siempre el certificado de calibración junto a los sellos que garantizan que no se ha manipulado el contador.

5.3.3.1. Contador Volumétrico

Este tipo de contadores o caudalímetros, también conocidos como de desplazamiento positivo, (Positive Displacement Meter-PDM) son los más sencillos y económicos, principalmente por la simplicidad de su funcionamiento. Por otra parte, a pesar de tener una precisión razonable, no son tan exactos como los que se explicaran en el siguiente punto, ya que una posible diferencia de densidades del producto o la

existencia de burbujas de aire pueden afectar a la medición. Además, la temperatura del producto también entra en juego.

Su funcionamiento consiste en encapsular cantidades de fluido conocidas dentro de un compartimento de alta precisión. Podría compararse con rellenar repetidamente un recipiente graduado, con un volumen conocido, y vaciarlo en la dirección del flujo, contando el número de repeticiones.

En este caso los compartimentos son creados por dos piezas ovaladas que rotan como se puede ver en la figura 23. La velocidad de rotación es directamente proporcional a la tasa de flujo, ya que el caudal es el causante de la rotación.

A pesar de ser aparatos robustos, tienen ciertas limitaciones respecto a su uso. Por ejemplo, no son aptos para fluidos que puedan contener partículas grandes, a menos que puedan retirarse en un filtro. Tampoco son adecuados para aplicaciones en las que haya presente grandes cantidades de aire.

Al multiplicar la cantidad final de un contador volumétrico por la densidad, podemos observar que no se corresponde exactamente al peso obtenido mediante un contador másico.

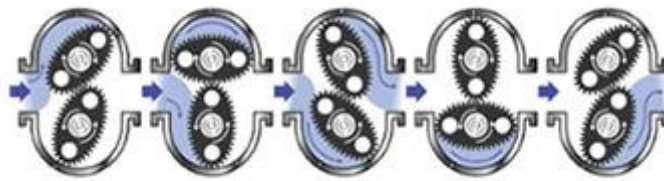


Fig. 23 Funcionamiento del contador volumétrico-PDM

5.3.3.2. Contador Másico

Como se ha explicado anteriormente, estos contadores (Mass Flow Meter-MFM) son mucho más fiables ya que la masa de un producto no depende de la temperatura ni la presión, y se mantiene constante durante el transporte y almacenaje del producto.

Los tres tipos más utilizados son los siguientes:

- **Medidor por presión diferencial:** Su funcionamiento consiste en medir la presión a ambos lados de una obstrucción (un disco con una perforación de diámetro conocido) insertado en un flujo laminar. Aplicando la ecuación de Poiseuille y correcciones por temperatura y presión se puede obtener una tasa de flujo másico estandarizada.
- **Medidor másico térmico:** El principio en el que se basa este tipo de aparatos es en la capacidad de calor específico del fluido. Se mide el cambio de temperatura al fluir el producto por un tubo y la diferencia de temperatura, se corresponderá con la energía absorbida, la cual depende directamente de la masa en movimiento.
- **Medidor de Coriolis:** Este tipo de medidor es el más preciso y completo, ya que no solo permite medir la masa del producto, sino que también es capaz de determinar la densidad y la temperatura de una manera precisa, por lo que finalmente también puede entregar como

resultado el volumen. Además, al no tener piezas móviles de ningún tipo los posibles fallos mecánicos se verán reducidos drásticamente.

Su funcionamiento consiste en que el producto fluya por unos tubos sensores que vibran a su frecuencia de resonancia. Mientras no hay fluido dentro de los tubos la entrada y la salida de estos vibran sincronizadamente. Al fluir producto los tubos oscilan en proporción a la masa que fluye por ellos, recogiendo esta desviación oscilatoria en la salida de los tubos, conociendo así el peso del producto que fluye.

Como se ha comentado, el medidor de Coriolis es capaz de aproximar de una forma precisa la densidad del producto, ya que, dependiendo del producto se ve alterada la frecuencia natural de oscilación de los tubos y a partir de ello se puede determinar la densidad.

Por último, estos medidores tienen un sensor de temperatura de alta precisión a la salida de los tubos.

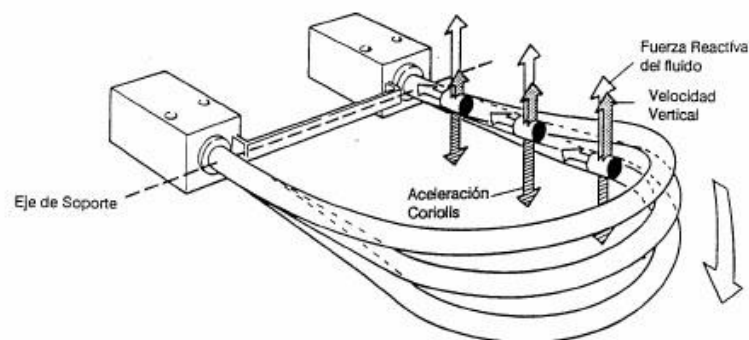


Fig. 24 Funcionamiento del contador másico de Coriolis



Fig. 25 Contador másico de Coriolis

5.3.4. Toma de muestras

Generalmente se acuerda un punto común para extraer las muestras, con la supervisión de todas las partes implicadas. El punto más frecuente es el manifold del buque, ya que, incluiría la posible contaminación de la manguera y es el producto que finalmente entra a los tanques del buque.

En algunas ocasiones, por ejemplo, cuando no existe acceso seguro a la gabarra o por otros motivos, no se puede realizar la toma de muestras de manera conjunta, así que tanto el buque como la gabarra sacan sus muestras, intercambiando algunas de ellas para cumplir el Convenio MARPOL.

El método más recomendable para sacar las muestras es por goteo continuo (Continuous Drip) durante toda la operativa mediante un recipiente de plástico conocido como Cubitainer. El cubitainer debe precintarse para asegurar que no sea manipulado durante toda la operativa y se llenará lentamente a lo largo de todo el bombeo.

La toma de muestras debe realizarse para todos los productos que se bombeen y todas las botellas deben ir precintadas por el buque y la gabarra y contraprecintadas por el inspector, que debe recoger todos los números de los precintos en su informe.



Fig. 26 Toma de muestras por goteo continuo con cubitainer

5.4. Procedimiento final

5.4.1. En buque

5.4.1.1. Determinación de cantidades

Del mismo modo que al inicio se deben sondear los tanques de bunker del buque. Realmente, la forma más correcta, sería sondear todos los tanques de nuevo, aunque, si la operativa no ha durado mucho tiempo como para afectar a los números anotados en el Cuaderno de Maquinas, es posible solamente sondear los tanques que han sido cargados. En el caso de que la cantidad de esos tanques coincida con la cantidad suministrada por la gabarra, no habría necesidad de sondear el resto. Si por el contrario existiera una discrepancia de cantidades, deberían sondearse el resto de los tanques para asegurar que el producto no haya sido trasegado a otros tanques no nominados.

Algunos buques, especialmente algunos de pasaje, tienen alguno de los caudalímetros explicados anteriormente, aunque, por norma general, sondear los tanques correctamente será más preciso si están bien calibrados.

5.4.1.2. Documentación

La documentación en el buque básicamente consiste en el informe del inspector que suele contener:

- Ullage Report de los tanques de Bunker y comparación con el Cuaderno de Maquinas
- Informe de precintos utilizados para las muestras
- Informe de precintos utilizados para sellar el manifold
- Números de serie y fecha de calibración de los equipos de medición utilizados por el inspector.
- Cartas de protesta si procede (discrepancias en cantidad, no permitir sondear, no colaborar, etc)
- Hoja de tiempos

5.4.2. En gabarra

5.4.2.1. Determinación de cantidades

En la gabarra la mejor forma de determinar las cantidades es sondando todo el buque de la forma explicada en el inicio de la operativa. Además, en las gabarras que posean caudalímetros, debe comprobarse la cantidad final y que los sellos del contador sigan intactos.

El operador puede decidir que los números vinculantes serán aquellos obtenidos en el contador, por lo que sigue siendo correcto sondear toda la gabarra, pero la cantidad final suministrada, en este caso, será aquella reflejada en el contador.

En caso de que exista una discrepancia después de sondear el buque y la gabarra, dependiendo de los resultados, se le puede pedir a la gabarra que bombee la cantidad restante. Cuando son cantidades pequeñas y que cumplen unos porcentajes establecidos en las normativas para inspectores y a su vez, el Jefe de Máquinas este conforme, se pueden aceptar ciertas diferencias en la cantidad.

Si la discrepancia no se puede resolver de ninguna de esas formas, se emitirán cartas de protesta y se le recomendará al Jefe de Máquinas que no firme cierta documentación de la que emite la gabarra.

5.4.2.2. Documentación

La gabarra debe emitir una serie de documentación con respecto a certificados de calibración, precintos, certificados de calidad del producto y una serie de documentos oficiales.

El documento más importante es un albarán de entrega conocido como Bunker Delivery Note o BDN. Es un documento que debe contener la información solicitada en el Anexo E y en el punto 18(3) del Anexo VI del Convenio MARPOL 73/78.

Entre esta información se encuentra:

- Identificación de la gabarra
- Operador
- Armador
- Numero de referencia para ese documento
- Cantidad suministrada en metros cúbicos y toneladas
- Densidad, viscosidad, punto de inflamabilidad y contenido en azufre del producto
- Tiempos de la operativa
- Precintos de las muestras sacadas por la gabarra (también deberían incluir los precintos del buque)

En caso de que se disponga de contador mecánico, se adjunta al BDN un ticket que imprime el propio contador en el que quedan reflejados los siguientes puntos:

- Identificación de la gabarra
- Hora de impresión
- Hora de inicio y fin del bombeo
- Totalizer o cantidad total cargada/descargada desde su puesta en funcionamiento inicial
- Resumen de cantidad cargada/descargada en esa operativa

Se encuentra un ejemplo de dicho ticket en el Anexo I de este documento.

Estos serían los documentos que el Jefe de Máquinas del buque no debería firmar en caso de discrepancia, ya que si no estaría aceptando como correctas las cantidades reflejadas en él.

Por su parte el inspector deberá solicitar la firma de ciertos documentos a la gabarra para completar su informe en relación con mediciones, precintos, certificados y muestras a bordo de la gabarra.

6. Carga/Descarga de graneles sólidos mediante peso por calados

6.1. Introducción a los graneles sólidos

La determinación de la cantidad de producto que ha cargado o descargado un buque es una parte fundamental en el marco de una inspección de carga.

Si bien en otros apartados se han descrito los procedimientos para el cálculo de cantidad por sonda de tanques, existe otro método que puede complementar o directamente sustituir al primero. Se trata del peso por calados o Draft Survey en nomenclatura inglesa.

Este método aparece por la necesidad de encontrar un sistema válido para poder cuantificar la cantidad de carga cuando no es posible hacerlo por naturaleza física del producto o bien cuando no se puede asegurar la precisión o fiabilidad de otros medios de cuantificación.

El primer caso hace referencia, esencialmente, a los graneles sólidos o piezas sólidas. Estas cargas las vamos a encontrar en buques de tipo General Cargo Bulk Carrier. Estos barcos cuentan con grandes bodegas a lo largo de su eslora donde la mercancía es estibada de forma más o menos irregular, por lo que su recuento o cálculo de peso es muy impreciso. Esto incluye cualquier tipo de carga agrícola a granel (grano, arroz, trigo, café), materiales minerales a granel (carbón, clinker, coque, grava, arena) o bien piezas de la industria metalúrgica y de la construcción (bobinas o perfiles de acero, chatarra, madera en troncos).

En el segundo caso, es común realizar el control de peso por calados cuando se quiere establecer una comparación con el peso báscula que nos ofrece la terminal. Especialmente cuando estos equipos pueden presentar fallos de calibración, se encuentran en un estado aparentemente averiado u obsoleto, o cuando se desconfía de la veracidad de esos datos por cualesquiera que sean los motivos.

6.2. Descripción de la operativa

El objetivo de este cálculo es determinar la cantidad de producto que se encuentra a bordo de un barco en dos momentos determinados para llegar finalmente a cuantificar la cantidad de producto que ha sido cargado o descargado en el período de tiempo que se establezca.

Para ello, y en palabras llanas que luego se desarrollaran en forma de cálculo, se pretende determinar cuál es el peso del total de masa que se encuentra flotando. Una vez se ha encontrado ese valor, se trata de deducir pesos conocidos del buque hasta llegar a tener una sola incógnita: la carga.

$$\text{Displacement} = \text{Light Ship} + \text{Ballast} + \text{F.O.} + \text{D.O.} + \text{L.O.} + \text{F.W.} + \text{Misc} + \text{Cargo}$$

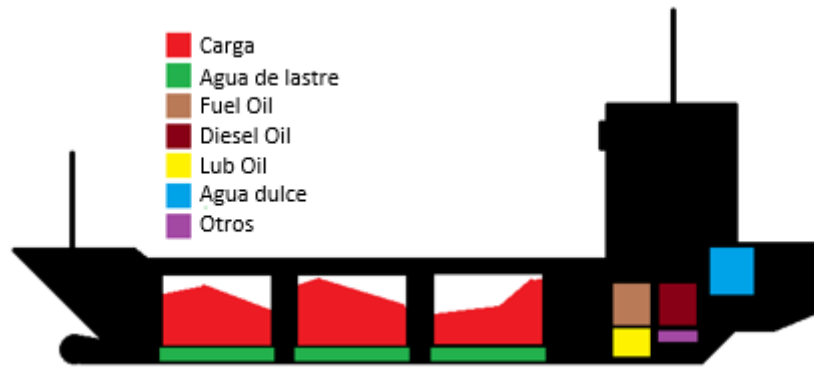


Fig. 27 Distribución de pesos en un buque granelero

Para cada uno de los distintos pesos a bordo del buque, existe un método específico para determinarlos:

- **Light Ship:** se trata del peso real de un buque cuando está terminado y listo para servicio, pero, se encuentra vacío. Este valor podemos encontrarlo en la hoja de particularidades del buque o en distintas tablas hidrostáticas y tiene un valor constante.
- **Agua de lastre o ballast:** se considera el agua que se almacena en distintos tanques a bordo de un buque con la finalidad de conseguir una mayor estabilidad. Este valor es cambiante y ha de ser comprobado cada vez que se realiza el cálculo de peso por calados. Han de realizarse sondas manuales a todos los tanques de lastre del barco y, mediante tablas de calibración, conseguir el volumen que corresponde al nivel de producto medido.
- **Fuel Oil, Diesel Oil y Lub Oil:** son los combustibles que se almacenan a bordo de un buque para abastecer la máquina del buque, los generadores auxiliares, motores de emergencia y también materiales lubricantes para su funcionamiento. Estos pesos se determinan en los tanques de combustible por medición por sonda y temperatura, lectura digital o analógica de nivel o por lectura radar.
- **Agua dulce o fresh water:** es agua potable que se almacena para uso doméstico de la tripulación del buque. También puede ser usada para distintos métodos de limpieza de bodegas, pero, hay que diferenciarla del agua de lastre. Su peso se determina mediante la medición por sonda de los tanques que la contienen y la conversión mediante las tablas de calibración
- **Otros o misceláneos:** son todos aquellos pesos que son cuantificables y conocidos por la tripulación del buque, como pueden ser lodos o sentinas (bilge, sludge).

6.3. Procedimiento general de la inspección

La inspección de peso por calados se realiza de manera independiente por parte del inspector, pero siempre en coordinación con el Primer Oficial del barco. A la hora de realizar la intervención es muy importante seguir el orden de las comprobaciones, pues si no se realiza de esta manera el inspector puede ser engañado por parte de la tripulación. Podemos dividir la intervención del inspector en los pasos explicados en los siguientes apartados.

6.3.1. Subida a bordo, presentación y planteamiento de la inspección.

Cuando un inspector se dispone a realizar cualquier trabajo de inspección, es importante presentarse en el buque, solicitar un encuentro con el Primer Oficial (Chief Officer) y establecer qué tipo de inspección se va a llevar a cabo y en qué momento tendrá lugar la inspección.

6.3.2. Recopilación de información de interés.

Antes de comenzar la inspección de campo, es imprescindible comprobar que, a la hora de realizar los cálculos, el inspector va a disponer del material y la información necesaria, con la acreditación u homologación correspondiente. Se deberá solicitar al buque las Ship's Particulars, las Tablas Hidrostáticas, los planos de Distancia a las Marcas, las Tablas de Calibración de todos los tanques y un densímetro (si el inspector no dispone de uno propio)

6.3.3. Comprobación de los tanques de lastre

Para la lectura de calados es importante que el barco mantenga el mismo asiento y la misma escora. Por ello, se le solicita al barco que no realice operaciones de lastrado/deslastrado durante la inspección. De mismo modo, también se le solicita que rebose (overflow) aquellos tanques que estén llenos completamente para una mayor precisión en los cálculos. Estas últimas medidas es importante que se realicen antes de la lectura de calados: de realizarse después, se estaría falseando la cantidad de agua de lastre que se encuentra a bordo.

6.3.4. Comprobación de los tanques de combustible, lubricantes, agua dulce y otros.

Igual que sucede en el punto 6.3.3, es imprescindible que el barco no tome combustible ni se realicen operaciones de retirada de residuos oleosos mientras dura la inspección para evitar falsear la cantidad de combustibles, lubricantes y residuos oleosos que se encuentran a bordo. No es necesario llevar un control del consumo de los motores y auxiliares, pues los cálculos se realizarán tomando dos situaciones estáticas (inspección inicial y final).

6.3.5. Lectura de calados

Sin duda se trata del punto más crucial. Un error en este punto supone el desbaratamiento de resto de la inspección. La lectura de calados debe realizarse en un momento determinado en el cual el barco no tenga movimientos de peso de ningún tipo (carga, combustibles, agua, lastres...).

Si bien la lectura de calados puede parecer una tarea relativamente sencilla, podemos considerar que una lectura está bien tomada y es precisa si cuenta un margen de error de ± 1 cm. No existe una técnica para aprender a hacerlo de una manera correcta y precisa más allá de la experiencia y la habilidad del inspector. Por ello, además, es aconsejable que el mismo inspector que realiza la inspección inicial se encargue también de la inspección final. De este modo se evita multiplicar el margen de error humano y, en caso de producirse, en cierto modo se ve contrarrestado.

En un buque podemos medir los siguientes calados:



Fig. 28 Marcas de calado de un buque

Estos calados se pueden medir en las Marcas de Calados. Se trata de líneas regladas desde la quilla y en sentido vertical situadas en el casco del buque (proa, medio y popa) y a ambos costados (babor y estribor). El punto de intersección entre la marca de calados y la línea de flotación determinará el calado en esa zona.

El objetivo de la lectura de calados es poder calcular el calado medio de medios en el medio (este concepto se explicará más adelante). Por este motivo, es imprescindible tomar las 6 lecturas. Las tres del costado de muelle se deben tomar desde el muelle, repitiendo la lectura varias veces hasta tener claro el valor definitivo. Para la lectura de las 3 del costado de mar se dispondrá una escala de gato o de práctico y el inspector deberá descenderla hasta colocarse cerca del nivel del agua.

Existen dos tipos de marcas de calados, según estén numeradas en un sistema u otro:

- Marcas en metros y decímetros – en numeración arábiga y la altura y distancia entre uno y otro equivale a 10cm. Es decir, los números miden 10cm y la distancia entre la base de un número y la base de otro mide 20cm.
- Marcas en pies y pulgadas – en numeración romana y la altura y distancia entre uno y otro equivale a 6 pulgadas. Es decir, los números miden 6 pulgadas y la distancia entre la base de un número y la base del otro mide 12 pulgadas, lo que equivale a 1 pie.

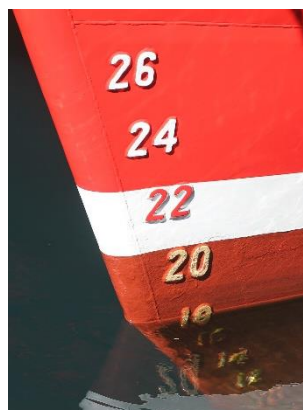


Fig. 29 Marcas de calado en sistema métrico

En ambos casos, el valor del número lo determina su base. Es decir, si la línea de agua es tangente a la base del 40, la lectura del calado será 4,00m mientras que, si la línea de agua es tangente a la parte superior del número, la lectura será de 4,10m.

6.4. Definición de conceptos

Una vez se ha realizado todo el trabajo de campo es momento de ponerse manos a la obra con los cálculos. Si bien el cálculo es relativamente sencillo y rápido como para realizarlo a mano, lo más común es utilizar una plantilla de datos programada para agilizar.

Antes de profundizar en la parte más matemática, es conveniente conocer los siguientes conceptos o términos, que el inspector va a requerir a la hora de realizar el cálculo:

6.4.1. Eslora entre Perpendiculares

Es la distancia medida longitudinalmente entre la perpendicular de proa y la de popa. La perpendicular de proa es el eje vertical situado en el corte de la roda con el plano de flotación y la perpendicular de popa es el eje vertical situado sobre la mecha del timón.

6.4.2. Distancia de las Marcas a la Perpendicular

En barcos mercantes de gran tamaño es muy frecuente que, por motivos estructurales y de diseño, las marcas de los calados no se encuentren exactamente sobre la línea de la perpendicular de proa, de popa, o sobre la cuaderna maestra. En estos casos es necesario aplicar una corrección a ese desvío. Cuando la marca se encuentre más a popa que la perpendicular, se entenderá la distancia como negativa (-), mientras que, si la marca se sitúa más a proa, se entenderá la distancia como positiva (+).

6.4.3. Calado Medio

Se trata de la semisuma de los calados de un punto determinado del barco a ambos costados:

$$C_{PrM} = \frac{c_{PrEr} + c_{PrBr}}{2}$$

$$C_{PpM} = \frac{c_{PpEr} + c_{PpBr}}{2}$$

6.4.4. Calado Medio en el Medio

Es equivalente a los anteriores pero tomado sobre la marca situada en la cuaderna maestra.

$$C_{MM} = \frac{c_{MEr} + c_{MBr}}{2}$$

6.4.5. Calado Medio de Medios en el Medio

Sobre el plano de la superficie de flotación del buque, el punto de lectura de este calado se sitúa sobre la cuaderna maestra en sentido longitudinal y sobre de la línea de crujía en el sentido transversal. Si pudiéramos hacer una lectura de calados en ese punto podríamos directamente conocer el peso del barco. No siendo posible, se realiza una mediana aritmética ponderada de todos los calados del buque. Sin embargo, se establece una aproximación que es aceptable para cualquier barco mercante, por la que se divide el buque en 8 secciones a lo largo de su eslora. Se asume que las 6 secciones del interior son parecidas a nivel estructural y que, por lo tanto, pueden aproximarse al calado en el medio. Entonces, el Calado Medio en el Medio, en inglés Mean Mean of Means, sigue la siguiente fórmula:

$$C_{MMofM} = \frac{c_{PrM} + c_{PpM} + (6 \cdot C_{MM})}{8}$$

6.4.6. Trimado o Asiento

Se define como la diferencia de calados a proa y a popa. Si un barco tiene más calado en popa que en proa se dice que está apopado (Trim by the Stern) y si tiene más calado en proa que en popa se dice que está aproado (Trim by the Head).

$$\text{Trimado} = C_{Pp} - C_{Pr}$$

Siendo así, los buques apopados tienen un asiento positivo (+), mientras que los buques aproados tienen un asiento negativo (-).

6.4.7. Tablas Hidrostáticas

En buques muy antiguos podemos encontrar curvas hidrostáticas que nos obligan a interpretar los datos en unos gráficos, mientras que todos los buques de carga modernos disponen de tablas hidrostáticas homologadas en astillero. La tabulación de estas facilita mucho el trabajo del inspector. En ellas podremos encontrar, partiendo del Calado Medio de Medios en el Medio que hayamos calculado, una serie de parámetros que se describen a continuación para la realización del cálculo.

6.4.8. Desplazamiento

Se trata del peso del buque en una condición determinada de carga. Representa el peso del agua desplazada por el volumen sumergido del barco. Este valor incluye todos los pesos del barco, incluidos los tanques de Bunker, la carga y los pertrechos.

6.4.9. Desplazamiento neto

Se refiere al peso del buque una vez corregido el desplazamiento y deducidos los pesos de bunkers y pertrechos. Por lo tanto, este peso contiene el peso del propio barco más la carga (si la tuviere).

6.4.10. Centro Longitudinal de Flotación - LCF

Responde a las siglas en inglés de Longitudinal Center of Flotation. Desde que el buque está sin carga hasta que llega a condición de completamente cargado (full cargo), la LCF describe la siguiente curva, conforme LCF cada vez se sitúa más a proa y más cerca de la quilla. Esta regla nemotécnica puede resultar útil como comprobación en el cálculo de LCB en el Close Survey. Se establece que un LCF situado a popa de la cuaderna maestra es positivo (+) mientras un LCF situado a proa de la cuaderna maestra es negativo (-).

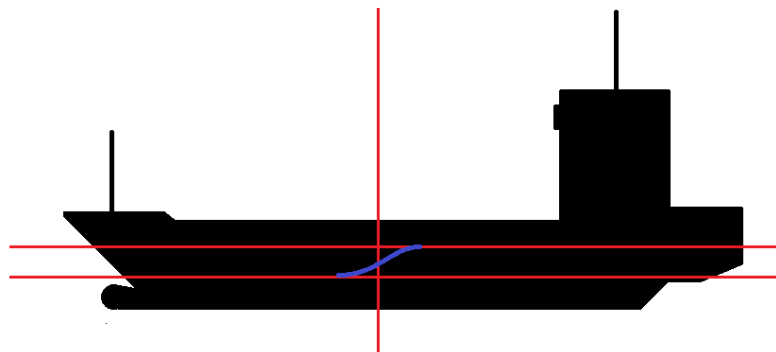


Fig. 30 Desplazamiento del LCF

6.4.11. Momento Por Centímetro - MTC

Muestra el valor del momento para cambiar el asiento en un centímetro. En el cálculo del peso por calados se utiliza el MTC en +/- 0,50m del calado MMof M para posteriormente realizar una media entre los dos.

6.4.12. Toneladas Por Centímetro - TPC

Responde a las siglas de Tons Per Centimeter y muestra las toneladas necesarias para provocar un centímetro de inmersión sobre el calado MMofM del barco.

6.4.13. Densidad del agua

El agua de mar tiene una densidad standard de 1,025 km/L. Sin embargo, esta densidad puede variar de un puerto a otro, especialmente si se navega por ríos o aguas tropicales. Por ello, hay que conocer la densidad del agua sobre la que flota el buque y la densidad del agua que se contiene en los tanques de lastre. Esta última corresponderá a la densidad de la zona marítima o fluvial donde se hicieran las operaciones de lastrado.

6.4.14. Constante K

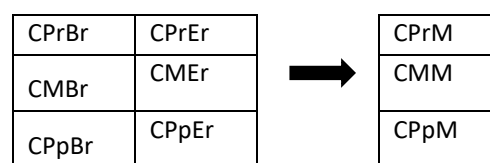
A pesar de la deducción de todos los pesos que estamos contabilizando en el control de peso por calados, siempre aparece en los cálculos una pequeña discrepancia de peso entre lo teórico y lo real observado. Eso se debe a que todos los barcos tienen una constante K que hace referencia a todos aquellos pesos que contiene el barco y no han podido ser computados. Es el caso de las pinturas, los pertrechos, equipajes. Incluso en algunos buques se realizan cambios estructurales fuera de astillero que no se reflejan en los planos ni en las tablas del barco. Un buen ejemplo es la instalación de un mamparo o de

un puntal. Igualmente, la eliminación de estas estructuras puede afectar a la constante en valor negativo (-). Si bien la tripulación del barco conoce el valor medio de su constante (por experiencias en cargas previas), lo más probable es que el inspector sea novel en ese buque, por lo que tendrá que recalcular la constante.

Una vez familiarizado con estos conceptos, el inspector ya está listo para desarrollar el cálculo. La finalidad del cálculo es llegar a encontrar el valor de los Desplazamientos Netos antes y después de la carga o descarga. La diferencia de esos desplazamientos resultará en la cantidad de carga que se ha cargado o descargado del buque. El cálculo se divide en varios pasos que han de hacerse en un orden determinado, pues cada uno depende de su inmediatamente anterior.

6.5. Cálculo de pesos por calados

De las lecturas de calados obtenemos los siguientes calados, de los cuales se realiza la semisuma para encontrar los calados medios en cada punto.



Una vez se dispone de los calados medios, se corrigen por la distancia de las marcas a las perpendiculares siguiendo la siguiente fórmula, que es válida tanto para el calado de proa, popa o centro:

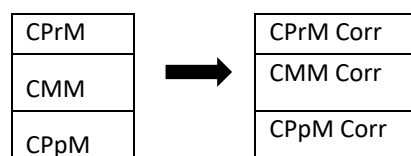
$$Corrección_{Proa} = \frac{Distancia\ a\ Perp\ Proa \cdot Trim}{LBP - Distancia\ a\ Perp\ Proa}$$

$$Corrección_{Medio} = \frac{Distancia\ a\ Cuaderna\ Maestra \cdot Trim}{LBP - Distancia\ a\ Cuaderna\ Maestra}$$

$$Corrección_{Popa} = \frac{Distancia\ a\ Perp\ Popa \cdot Trim}{LBP - Distancia\ a\ Perp\ Popa}$$

De este modo, calculamos los calados medios corregidos:

$$Calado\ Corregido = Calado \pm Corrección$$



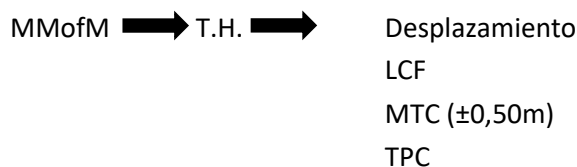
6.5.1. Determinación del Calado Medio de Medios en el Medio

Siguiendo con la fórmula que se ha descrito anteriormente, se realiza el cálculo del calado MMofM con los calados corregidos por marcas.

$$C_{MMofM} = \frac{C_{PrM} + C_{PdM} + (6 \cdot C_{MM})}{8}$$

6.5.2. Determinación de los valores hidrostáticos

Una vez se ha determinado el valor del MMofM, el siguiente punto es interpretar las tablas (o curvas) hidrostáticas en base a ese número, que desvelará la mayoría de las incógnitas del cálculo.



Si el MMofM calculado no es un valor contemplado en la tabla será necesario interpolar los valores del calado superior e inferior para ser precisos.

6.5.3. Determinación de la Primera Corrección por Trimado

Esta corrección, muchas veces llamada Basic Correction, es de aplicación para todos los buques.

$$1^{\circ} \text{ Corrección Trimado} = \frac{TRIM \cdot LCF \cdot TPC \cdot 100}{LBP}$$

La corrección tendrá un valor positivo o negativo en base a la siguiente tabla:

	BUQUE AOPADO	BUQUE APROADO
LCF A PROA DE MAESTRA	NEGATIVO	POSITIVO
LCF A POPA DE MAESTRA	POSITIVO	NEGATIVO

6.5.4. Determinación de la Segunda Corrección por Trimado

Esta corrección solo es aplicable a buques de más de 150m o cuando el asiento del buque es mayor al 1% de su eslora.

$$2^{\text{a}} \text{ Correcció Trimado} = \frac{50 \cdot \Delta MTC \cdot (TRIM)^2}{LBP}$$

Donde la $\Delta MTC = MTC (+0,50m) - MTC (-0,50m)$

6.5.5. Determinación de la Corrección por Densidad

$$\text{Corrección Densidad} = \frac{(1,025 - \text{Dens Mar}) \cdot \text{Desplazamiento Corregido}}{1,025}$$

Donde la densidad de mar será la medida con el densímetro en el momento del cálculo y donde el Desplazamiento corregido será el resultante de aplicar al Desplazamiento la primera y segunda corrección por trimado.

$$\text{Displacement} = \text{Light Ship} + \text{Ballast} + \text{F.O.} + \text{D.O.} + \text{L.O.} + \text{F.W.} + \text{Misc} + \text{Cargo} + K$$

6.5.6. Deducciones de pesos

Conocidas y aplicadas todas las correcciones encontramos el Desplazamiento Corregido Final. Este valor incluye el peso del barco, la carga, la constante K y los bunkers. En este punto, se deducen los bunkers.

$$\text{Deducciones} = \text{Ballast} + \text{F.O.} + \text{D.O.} + \text{L.O.} + \text{F.W.} + \text{Mis}$$

6.5.7. Cálculo de la Constante K.

La única manera de calcular la constante es teniendo el buque en lastre y sin carga. De este modo se puede seguir la siguiente suma de pesos:

Donde ya todas las incógnitas se han conocido y la carga es 0, es fácil aislar la constante K.

Si la que se atiende es una inspección en descarga, el inspector no tendrá más remedio que aplicar la constante del puerto de carga, o bien recalcular a final de operaciones, cuando el buque vuelva a estar en condición de lastre y sin carga.

6.5.8. Cálculo del Desplazamiento Neto

El desplazamiento neto es el resultado de aplicar todas las correcciones, deducciones y constantes, por lo que podemos establecer que:

<u>LOADED CONDITION</u>	<u>LIGHT CONDITION</u>
Desplazamiento de T.H.	Desplazamiento de T.H.
± 1º Corrección Por Trimado	± 1º Corrección Por Trimado
± 2º Corrección por Trimado	± 2º Corrección por Trimado
± Corrección por Densidad	± Corrección por Densidad
<hr/>	<hr/>
Desplazamiento Corregido Final	Desplazamiento Corregido Final
± Deducciones de peso	± Deducciones de peso
± Constante K	± Constante K
<hr/>	<hr/>
Desplazamiento Neto	Desplazamiento Neto

6.5.9. Cálculo de la Carga

Habiendo deducido todos aquellos pesos que no corresponden ni al barco ni a la carga y, asumiendo, como es evidente, que el barco pesa lo mismo al inicio y al final, el cálculo de la carga se realiza mediante la diferencia de Desplazamientos Netos en condición de lastre y en condición de carga.

$$\text{Carga} = \text{Desplazamiento Neto Final} - \text{Desplazamiento Neto Inicial}$$

En una carga, la diferencia de desplazamientos ha de resultar positiva (+)

En una descarga, la diferencia de desplazamientos ha de resultar negativa (-)

7. Bibliografía

- Transporte XXI. (15 de Abril de 2019). Obtenido de Puertos de España 2019: <http://www.transportexxi.com/SP19/Puertos%20de%20Espa%C3%B1a%202019.pdf>
- API. (2020). *American Petroleum Institute*. Obtenido de <https://www.api.org/Standards/>
- ASTM. (2020). *American Society of Testing Materials*. Obtenido de <https://www.astm.org/>
- Autoridad Portuaria de Barcelona. (7 de Febrero de 2020). *Nota prensa Resultados 2019*. Obtenido de https://contentv5.portdebarcelona.cat/cntmng/gd/d/workspace/SpacesStore/59e9f534-4141-4eae-8f87-7d823d0947f6/200207_Resultats2019_ES.pdf
- El Mercantil. (24 de Enero de 2020). *El Mercantil*. Obtenido de <http://elmercantil.com/2020/01/24/el-puerto-de-barcelona-lidera-las-operaciones-de-bunkering-de-gnl-barco-a-barco-en-espana/>
- El Vígia. (24 de Enero de 2020). *El Vígia*. Obtenido de <http://elvigia.com/el-puerto-de-barcelona-concentra-el-60-del-bunkering-de-gnl-ship-to-ship/>
- IFIA. (2020). *International Federation of Inspection Agencies*. Obtenido de <http://www.ifia-federation.org/content/ifia-is-now-tic-council/>
- Jassal, C. R. (23 de Septiembre de 2018). *MySeaTime*. Obtenido de <https://www.myseatime.com/blog/detail/cargo-calculations-on-tankers-astm-tables>
- Loyarte, L. (24 de Enero de 2020). *Noticias Logística y Transporte*. Obtenido de <https://noticiaslogisticaytransporte.com/logistica/24/01/2020/icl-iberia-estrenara-nueva-terminal-en-puerto-de-barcelona-en-primavera/146631.html>
- University of Washington. (8 de Octubre de 2018). *Environmental Health & Safety*. Obtenido de <https://www.ehs.washington.edu/resource/safety-data-sheet-template-770>

8. Anexo I – Documentos

8.1. Bill of Lading

OCEAN BILL OF LADING				
NOT NEGOTIABLE UNLESS CONSIGNED "TO ORDER"				
Shipper		B/L No.		
Consignee (if "To Order" so indicate)		RECEIVED by the Carrier the Goods as specified below in apparent good order and condition unless otherwise stated, to be transported to such place as agreed, authorized or permitted herein and subject to all the terms and conditions appearing on the front and reverse of this Bill of Lading to which the Merchant agrees by accepting this Bill of Lading, any local privileges and customs notwithstanding.		
Notify party (No claim shall attach for failure to notify)		The particulars given below are stated by the shipper and the weight, measures, quantity, condition, contents and value of the Goods are unknown to the Carrier.		
Vessel / Voy. No:		Place of receipt		
Port of loading		Port of discharge		
Place of delivery		No. of original Bill of Lading		
Marks/Numbers	No. of packages	Description of goods	Gross weight	Measurement
Freight and charges		Prepaid	Collect	Excess value declaration as per clause 11.4
Freight payable at		Number of Original B/L(s)		Place & date of issue
SHIPPED ON BOARD DATE		Stamp & signature of the Carrier or its agent AIR SEA WORLDWIDE COSTA RICA S.A. OR ITS AGENT		
JURISDICTION AND LAW CLAUSE		The contract evidenced by or contained in this Bill of Lading is governed by the law of COSTA RICA. Any proceedings against the carrier must be brought in the Courts in COSTA RICA and no other Court.		

8.2. Ullage Report

Tank #	Ref Only	Ref Height	Ullage	Corrected Ullage	TOV Cubic Meters	FW Gauge	FW Cubic Meters	GOV Cubic Meters	°C	Den15	VCF	GSV Cubic Meters
1P	<input type="checkbox"/>		6.645	6.160	36.034	0.000	0.000	36.034	27.00	0.8777	0.99041	35.688
1S	<input type="checkbox"/>		6.637	6.153	36.143	0.000	0.000	36.143	26.80	0.8777	0.99057	35.802
2P	<input type="checkbox"/>		6.957	6.478	70.284	0.000	0.000	70.284	26.10	0.8777	0.99113	69.661
2S	<input type="checkbox"/>		6.928	6.447	71.856	0.000	0.000	71.856	26.10	0.8777	0.99113	71.219
3P	<input type="checkbox"/>		6.994	6.518	76.934	0.000	0.000	76.934	26.00	0.8777	0.99121	76.258
3S	<input type="checkbox"/>		7.000	6.520	75.463	0.000	0.000	75.463	26.30	0.8777	0.99097	74.782
4P	<input type="checkbox"/>		6.980	6.523	66.984	0.000	0.000	66.984	25.60	0.8777	0.99153	66.417
4S	<input type="checkbox"/>		6.948	6.482	70.137	0.000	0.000	70.137	27.40	0.8777	0.99009	69.442
TOTALS					503.835		0.000	503.835				499.269

TOV	503.835	
TCV	499.269	
Free Water	0.000	
GSV @ 60°F, US Barrels	3,141.69	
GSV @ 60°F, US Gallons	131,950.98	
GSV @ 15°C, Cubic Meters	499.269	
GSW MT (In Air)	437.659	GSW Long Tons
GSW MT (In Vac)	438.208	430.747

8.3. Bunker Delivery Notice

Example of Bunker Delivery Note (BDN)

BUNKER DELIVERY NOTE			
		BDN NO. _____	
		Bunker Metering Ticket No. : _____	
Port	: _____	Date	: _____
Delivery Location	: _____	Vessel's Name	: _____
Bunker Tanker's Name	: _____	Vessel's IMO No.	: _____
SB No.	: _____	Gross Tonnage	: _____
Alongside Vessel	: _____ (Date/Time)	Owner/Operator	: _____
Commenced Pumping	: _____ (Date/Time)	ETD	: _____
Completed Pumping	: _____ (Date/Time)	Next Port	: _____
PRODUCT SUPPLIED			
Product Name		Flash Point °C (ISO 2719)	
Viscosity @40°C or 50°C, mm/s (ISO 3104)		Sulphur Content % m/m (ISO 14598 or ISO 8754)	
COQ* density at 15°C, kg/m3 (ISO 3675 or ISO 12185)		Metric Tons Delivered	
Water Content % V/V (ISO 3733)			
SUPPLIER'S DECLARATION		MASTER'S/ CHIEF ENGINEER'S ACKNOWLEDGEMENT	
We declare that the bunker fuel supplied conforms with Regulations 14(1) or 14(4) and Regulation 18(1) of MARPOL 73/78 Annex VI		We acknowledge receipt of the above product and confirm that the following samples were jointly taken by the continuous drip sampler at the vessel's manifold, sealed and numbered:	
For _____ Company's Name and Stamp		Seal No. _____	Counter Seal No. (if any) _____
Signature of Cargo Officer _____		Vessel: _____ (MARPOL)	_____
Full Name in Block Letters _____		Bunker Tanker: _____	_____
Bunker Tanker's Stamp _____		Surveyor: _____	_____
		Other: _____ (To specify)	_____ (To specify)
		Was a copy of MSDS received? Yes / No	
		CUSTOMER FEEDBACK	
		The following rating is satisfaction level of the bunkering operation (Please Circle);	
		<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> 1 2 3 4 5 </div>	
		Very Unsatisfied Very Satisfied	
REMARKS _____		Acknowledged by _____	
_____		Signature of Master/ Chief Engineer/ Date and Time _____	
_____		Full Name in Block Letters _____	
Was a Note of Protest issued? Yes / No		Vessel's Stamp _____	
*The COQ (Certificate of Quality) Density stated above is for fuel specification only and not for transfer quantity determination.			

8.4. Flow Meter Ticket

BUNKER METERING TICKET
*****ORIGINAL*****

Vessel ID:
[Name of Bunker Tanker]
SB
F40001302SS

BTN.:
40 / Line 1

Printout Time:
2013/AUG/18 10:19:09

Start Time:
2013/AUG/16 23:09:05

End Time:
2013/AUG/18 10:18:57

Totalizer Loading
at Operation Start:
44390.227 T (in air)

Totalizer Loading
at Operation End:
51521.341 T (in air)

Totalizer Delivery
at Operation Start:
43302.181 T (in air)

Totalizer Delivery
at Operation End:
43302.181 T (in air)

Mass LOADED:
7131.114 T (in air)

Signatures:

Chief Engineer:

Cargo Officer:

***ATTACH THIS TICKET TO
BDN***

8.5. Letter Of Protest

Examples of Note of Protest

Example (a)

NOTE OF PROTEST	
Date :	
Ref :	
To :	_____
	Master/Cargo Officer of bunker tanker

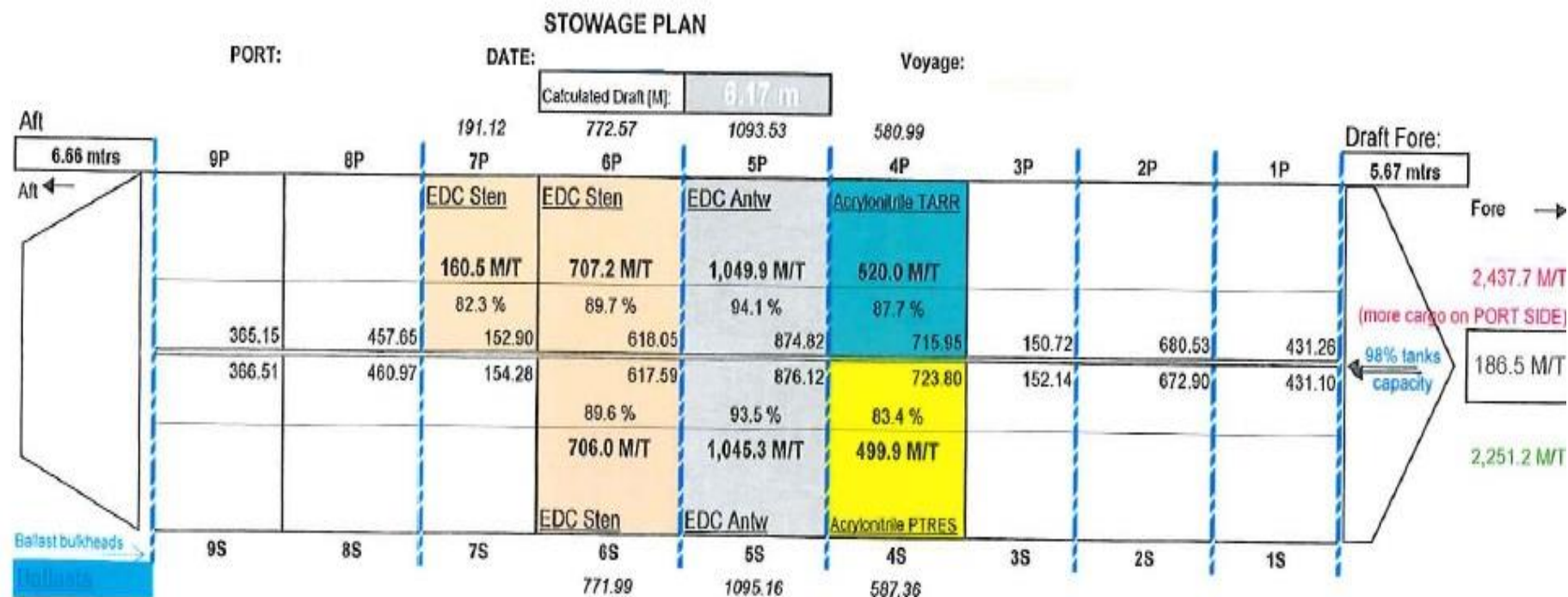
	Address
Dear Sirs	
NOTE OF PROTEST FOR BUNKERING OPERATION ON _____ (date)	
I, Chief Engineer of M/V _____ (Name of vessel) received _____ tonnes of _____ (Grade of bunkers) out of the _____ tonnes requested on _____ (Date of bunkers received).	
The bunkers were supplied by bunker tanker _____ (Name of bunker tanker) — SB No.: _____ on _____ (Date) at _____ (Location).	
I hereby lodge a protest against the delivery. <i>(Particulars of any undue stoppages or delays may also be set out in this paragraph).</i>	
For more information on the dispute, please contact our shipping agent _____ (Name of company) at Tel No: _____, Fax No: _____ or e-mail address: _____.	
Yours faithfully	
_____ (Name & Signature of Chief Engineer of vessel)	_____ Vessel's stamp
cc 1. Executive Director Singapore Shipping Association 59 Tras Street Singapore 078998 Fax No: (65) 62225527 (Enclosing with it a copy of the BDN)	2. Officer-in-charge Bunker Services Department Maritime and Port Authority of Singapore 7B Keppel Road #21-07 Tanjong Pagar Complex Singapore 089055 Fax No: (65) 62211742 Email address: bsd@mpa.gov.sg (Enclosing with it a copy of the BDN)
Acknowledged receipt:	
_____ Signature of Master/Cargo Officer of bunker tanker	
_____ Name of Master/Cargo Officer of bunker tanker	_____ Date/Time

8.6. Vessel Experience Factor

CARGO	VOY	VESSEL LOADED	BILLS OF LADING	DIFF	V.L.R.	Qualify Y/N
	20	529,157	531,735	-2,578	0.99515	Y
	19	708,060	710,405	-2,345	0.99670	Y
	18	709,513	711,867	-2,354	0.99669	Y
	17	550,914	553,238	-2,324	0.99580	Y
	16	550,219	531,439	-1,220	0.99770	Y
	15	538,550	541,377	-2,827	0.99478	Y
	14	703,559	705,881	-2,322	0.99671	Y
	13	495,083	496,729	-1,647	0.99668	Y
	12	546,601	550,613	-4,012	0.99271	N
	11	496,414	498,419	-2,005	0.99598	Y
	10	656,369	658,865	-2,496	0.99621	Y
	9	499,110	501,416	-2,306	0.99540	Y
	8	499,599	500,678	-1,079	0.99785	Y
	7	514,137	515,919	-1,783	0.99654	Y
	6	548,893	551,486	-2,593	0.99530	Y
	5	548,754	551,549	-2,795	0.99493	Y
	4	527,473	529,540	-2,067	0.99610	Y
	3	600,710	603,057	-2,347	0.99611	Y
	2	624,217	627,357	-3,140	0.99500	Y
	1	628,952	629,271	-319	0.99949	N
TOTALS ACCEPTABLE		11,456,285	11,500,842			
		10,280,732	10,320,958			

Initial VEF =	$\frac{\text{Total Ship's figure}}{\text{Total B/L figure}} =$	$\frac{11,456,285}{11,500,842}$	= 0.99613
0.003 of Initial VEF =	0.003 x 0.99613		= 0.00299
Upper Limit =	Initial VEF + 0.00299		= 0.99911
Lower Limit =	Initial VEF - 0.00299		= 0.99314
FINAL VEF =		0.9961	

8.7. Stowage Plan



8.8. Material Safety Data Sheet (MSDS)

SAFETY DATA SHEET

Section 1: Identification

(a) Product identifier used on the label

(b) Other means of identification

(c) Recommended use of the chemical and restrictions on use

(d) Name, address, and telephone number of the chemical manufacturer, importer, or other responsible party

(e) Emergency phone number

Product Name:

Chemical Name/Synonyms:

Company: University of Washington, Department:

In emergency call 911.

For information about this SDS, use this department contact phone#:

Section 2: Hazard(s) Identification

See <https://www.sigmaaldrich.com/safety-center/globally-harmonized.html> for a list of hazard classifications, signal words, hazard statements, pictograms, precautionary statements, and a description of hazards.

(a) Classification of the chemical in accordance with WAC 296-901-14008

(b) Signal word(s), hazard statement(s); symbol(s) and precautionary statement(s) in accordance with WAC 296-901-14012. (Hazard symbols may be provided as graphical reproductions in black and white or the name of the symbol, e.g., flame, skull and crossbones)

(c) Describe any hazards not otherwise classified that have been identified during the classification process

(d) Where an ingredient with unknown acute toxicity is used in a mixture at a concentration $\geq 1\%$ and the mixture is not classified based on testing of the mixture as a whole, a statement that X% of the mixture consists of ingredient(s) of unknown acute toxicity is required

Hazard Classification:

Signal Word(s):

Hazard Statements:

Pictograms: Delete pictograms that don't apply!



Precautionary Statements:

Description of other hazards:

Section 3: Composition/ Information on Ingredients

Except as provided for in WAC 296-901-14018 on trade secrets:

For Substances

(a) Chemical name

(b) Common name and synonyms

(c) CAS number and other unique identifiers

(d) Impurities and stabilizing additives which are themselves classified and which contribute to the classification of the substance

For Mixtures

In addition to the information required for substances:

(a) The chemical name and concentration (exact percentage) or

concentration ranges of all ingredients which are classified as health hazards in accordance with WAC 296-901-14008 and

(1) are present above their cut-off/concentration limits; or

(2) present a health risk below the cut-off/concentration limits.

(b) The concentration (exact percentage) must be specified unless a trade secret claim is made in accordance with WAC 296-901-14018, when there is batch-to-batch variability in the production of a mixture, or for a group of substantially similar mixtures (See WAC 296-901-14022 (A.0.5.1.2)) with similar chemical composition. In these cases, concentration ranges may be used.

For All Chemicals Where a Trade Secret is Claimed

Where a trade secret is claimed in accordance with WAC 296-901-14018, a statement that the specific chemical identity and/or exact percentage (concentration) of composition has been withheld as a trade secret is required.

Chemical Name	Synonym	CAS#	Conc.

Section 4: First-Aid Measures			
<p><i>(a) Description of necessary measures, subdivided according to the different routes of exposure, i.e., inhalation, skin and eye contact, and ingestion</i></p> <p><i>(b) Most important symptoms/effects, acute and delayed</i></p> <p><i>(c) Indication of immediate medical attention and special treatment needed, if necessary</i></p> <p>After skin contact:</p> <p>After eye contact:</p> <p>After inhalation:</p> <p>After swallowing:</p>			
Section 5: Fire-Fighting Measures			
<p><i>(a) Suitable (and unsuitable) extinguishing media</i></p> <p><i>(b) Specific hazards arising from the chemical (e.g., nature of any hazardous combustion products)</i></p> <p><i>(c) Special protective equipment and precautions for fire-fighters</i></p> <p>Suitable extinguishing agents:</p> <p>Special protective equipment for firefighters:</p>			
Section 6: Accidental Release Measures			
<p><i>(a) Personal precautions, protective equipment, and emergency procedures</i></p> <p><i>(b) Methods and materials for containment and cleaning up</i></p> <p>Personal precautions:</p> <p>Measures for environmental protection:</p> <p>Measures for cleaning/collecting:</p>			

Section 7: Handling and Storage

(a) Precautions for safe handling

(b) Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Handling:

Storage:

Section 8: Exposure Controls/Personal Protection

(a) DOSH permissible exposure limit (PEL), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold Limit Value (TLV), and any other exposure limit used or recommended by the chemical manufacturer, importer, or employer preparing the safety data sheet, where available

(b) Appropriate engineering controls

(c) Individual protection measures, such as personal protective equipment

Chemical Name	OSHA PEL	OSHA PEL (ceiling)	ACGIH OEL (TWA)	ACGIH OEL (STEL)

General protective and hygienic measures:

Breathing equipment:

Protection of hands:

Eye protection:

Section 9: Physical and Chemical Properties

(a) Appearance (physical state, color, etc.)

(b) Odor

(c) Odor threshold

(d) pH

(e) Melting point/freezing point

(f) Initial boiling point and boiling range

(g) Flash point

(h) Evaporation rate

(i) Flammability (solid, gas)

(j) Upper/lower flammability or explosive limits

(k) Vapor pressure

(l) Vapor density

(m) Relative density

(n) Solubility(ies)

(o) Partition coefficient: n-octanol/water

(p) Auto-ignition temperature

(q) Decomposition temperature

(r) Viscosity

Form:

Odor:

Odor threshold:

pH:

Melting point/melting range:

Boiling point/boiling range:

Flash point:

Evaporation rate:

Flammability:

Upper/lower flammability or explosive limits:

Auto ignition temperature:

Danger of explosion:

Vapor pressure:

Vapor density:

Relative density:

Solubility in/Miscibility with water:

Section 10: Stability and Reactivity

(a) Reactivity

(b) Chemical stability

(c) Possibility of hazardous reactions

(d) Conditions to avoid (e.g., static discharge, shock, or vibration)

(e) Incompatible materials

(f) Hazardous decomposition products

Reactivity:

Chemical stability:

Conditions to avoid:

Incompatible materials:

Hazardous decomposition products:

Section 11: Toxicological Information

Description of the various toxicological (health) effects and the available data used to identify those effects, including:

(a) Information on the likely routes of exposure (inhalation, ingestion, skin and eye contact)

(b) Symptoms related to the physical, chemical and toxicological

Characteristics

(c) Delayed and immediate effects and also chronic effects from short and long-term exposure

(d) Numerical measures of toxicity (such as acute toxicity estimates)

(e) Whether the hazardous chemical is listed in the National

Toxicology Program (NTP) Report on Carcinogens (latest edition) or has been found to be a potential carcinogen in the International Agency for Research on Cancer (IARC) Monographs (latest edition), or by

DOSH

Acute toxicity:

Potential routes of exposure/potential health effects

Skin:

Eye:

Inhalation:

Ingestion:

Carcinogenic effects:

Mutagenic effects:

Reproductive toxicity:

Sensitization:

Target organs:

Section 12: Ecological Information (non-mandatory)

- (a) Ecotoxicity (aquatic and terrestrial, where available)*
- (b) Persistence and degradability*
- (c) Bioaccumulative potential*
- (d) Mobility in soil*
- (e) Other adverse effects (such as hazardous to the ozone layer)*

Ecotoxicity:

Mobility:

Biodegradation:

Bioaccumulation:

Section 13: Disposal Considerations (non-mandatory)

Description of waste residues and information on their safe handling and methods of disposal, including the disposal of any contaminated packaging

Section 14: Transport Information (non-mandatory)

- (a) UN number*
- (b) UN proper shipping name*
- (c) Transport hazard class(es)*
- (d) Packing group, if applicable*
- (e) Environmental hazards (e.g., Marine pollutant (Yes/No));*
- (f) Transport in bulk (according to Annex II of MARPOL 73/78 and the IBC Code)*
- (g) Special precautions which a user needs to be aware of, or needs to comply with, in connection with transport or conveyance either within or outside their premises*

DOT regulations:

- **Hazard class:**
- **Land transport ADR/RID (cross-border):**
- **ADR/RID class:**
- **Maritime transport IMDG:**

Air transport ICAO-TI and IATA-DGR:

- **ICAO/IATA Class:**

Section 15: Regulatory Information (non-mandatory)

Safety, health and environmental regulations specific for the product in question

US Federal Regulations

SARA Section 355 (extremely hazardous substances):

SARA Section 313 (specific toxic chemical listings):

Clean Air Act, Section 112 Hazardous Air Pollutants (HAPs):

TSCA (Toxic Substances Control Act):

Section 16: Other Information

The date of preparation of the SDS or the last change to it

SDS date of preparation/update: